image
not
available



DEPOSITED
IN THE
BIOLOGICAL LABORATORY

Digitized by Google

image
not
available

Die

ENTWICKELUNG

der

PFLANZENSUBSTANZ

physiologisch, chemisch und mathematisch dargestellt

mit

combinatorischen Tafeln der möglichen Pflanzenstoffe und den Gesetzen ihrer stöchiometrischen Zusammensetzung.

Herausgegeben

von

Dr. Christian Gottfried Nees von Esenbeck,

ordentlichem Professor der Botanik auf der Königlich Preufsischen Rheinuniversität zu Bonn, Präsidenten der Kaiserlich Leopoldinisch - Carolinischen Akademie der Naturforscher u. s. w.

Dr. Carl Gustav Bischof,

Professor auf der Königlich Preufsischen Rheinuniversität zu Bonn, Adjuncten des Präsidii der Kaiserlich Leopoldinisch - Carolinischen Akademie der Naturforscher u. s. w.

Dr. Heinrich August Rothe,

ordentlichem Professor der Mathematik auf der Königlich Baierischen Universität zu Erlangen, Mitgliede der Kaiserlich Leopoldinisch - Carolinischen Akademie der Naturforscher u. s. w.

Erlangen

Digitized by Google

Bot 1558.19

BIOLOGICAL LABORATORIES LIBRARY
HARVARD UNIVERSITY

HARVARD UNIVERSITY
WIDENER LIBRARY

Digitized by Google

Sr. Excellenz

dem

Königlichen Preufsischen Herrn Staatsminister, Ritter des rothen Adlerordens erster Classe etc. etc.

Freiherrn von Stein zum Altenstein.

Digitized by Google

Digitized by Google

Ew. Excellenz haben diesen Versuch, die noch immer dunkle Lehre von den chemischen Mischungsverhältnissen der Pflanzenkörper durch unsere einträchtigen Studien zu fördern, schon im Entstehen einer huldvollen Aufmerksamkeit und Begünstigung gewürdigt, und dadurch in uns, mit der Verpflichtung, einer solchen Gunst zu entsprechen, zugleich den Muth und die Liebe zu dieser Arbeit belebt.

Darum wagen wir es, Ihnen diese Blätter als ein Zeichen der Ehrfurcht, des Danks und der reinsten Huldigung zu weihen und dabei zu bekennen, daſs, wenn einiges Gute darin geschrieben steht, dieses hiemit zu Ew. Excellenz, als der wahren Quelle, woraus es unsere in der Verehrung Ihrer hohen Verdienste um die Wissen-

Digitized by Google

nicht als unser Verdienst, sondern als das Werk eines höheren gesegneten Einflufses, der die Gemüther zu einem Ziel hinlenkt und wohlthätig zusammenhält.

Mögen Ew. Excellenz uns diese Kühnheit verzeihen und den Mängeln unserer Schrift Nachsicht angedeihen lassen!

Wir verharren in tiefster und schuldigster Verehrung

Ew. Excellenz

Bonn und Erlangen
den 20. April 1819.

unterthänigste

Dr. C. G. Nees von Esenbeck,
Dr. C. G. Bischof,

Digitized by Google

Die bisherigen chemischen Analysen der Pflanzenkörper scheinen blofs darum zu keinen klaren und entschiedenen Resultaten geführt zu haben, weil die Chemiker in der Behandlung vegetabilischer Körper unbedingt von dem Leben abstrahiren zu müssen glaubten. Es ist aber das Leben in Bezug auf die Materie eben so gut chemischer Art, als die sogenannte todte oder relativ äussere Natur, und seine Producte unterscheiden sich von den unorganischen lediglich dadurch, dafs sie *in* dem *Abgeleiteten* als *ursprünglich* erscheinen, statt dafs jene das abgeleitete Daseyn nur ins Ganze fortleiten, ohne je, von ihrer eigenthümlichen Stufe aus, anders als vermittelt mit den Grundelementen zusammenzuhängen. Es war daher eine natürliche Folge jener Ertödtung des Lebens für die chemische Ansicht, dafs alle Gesetzlichkeit, die seit *Richter* durch die bekannten stöchiometrischen Gesetze in der chemischen Betrachtung der unorganischen Natur Platz zu greifen anfing, alsbald aufhörte, wenn von Producten chemischer Zerlegung organischer Körper die Rede war; daher selbst der treffliche *Berzelius* in seinen *Experiments to determine the definite Proportions, in which the Elements of organic Nature are combined,* den Satz aufstellen mufste, dafs zwar ein jeder organische Körper in jeder Salzbasis, mit der er eine Verbindung eingeht, eine bestimmte und unveränderliche Menge Sauerstoff voraussetze — (chemische Beziehung zur Aussenwelt), allein dafs nicht nothwendig in einer organisch chemischen Verbindung einer der Bestandtheile als Einheit auftreten müsse — (chemische Befreiung von der Aussenwelt, organische Innenwelt). Diese Einsicht, die vom chemischen Standpuncte

Digitized by Google

öffnen scheint, indem sie zugleich den chemischen Gegensatz des Unorganischen und Organischen auf einen deutlichen Begriff zurückführt, dürfte, wenn sie weiter verfolgt wird, die Chemiker auf ihrem Wege eben dahin leiten, wohin die Verfasser eine vom vegetabilischen (polaren) Leben und seinen nächsten Producten ausgehende Untersuchung geleitet hat: nämlich auf die *combinatorische Zusammenstellung der innerhalb des Gebiets der Vegetation gesetzlich möglichen chemischen Verbindungen.* Wir geben unsere Untersuchungen so, wie sie sich von der ersten Anregung an stufenweise in uns entwickelten, theils um den Gang derselben durch die Individualität der Darstellung anschaulicher zu machen, theils und vorzüglich aber, um jede Seite dieser Betrachtung *vollständiger und gründlicher ausführen zu können,* als dieses möglich gewesen seyn würde, wenn wir unsere Arbeit zu einem gleichförmigen Ganzen durch *eine* schreibende Hand zu verschmelzen gesucht hätten. Wie diese Correspondenz hier steht, erscheint jeder Theil als ein für sich ungenügender Versuch des Einzelnen, ein Ganzes der Erkenntnifs zu erstreben, und nur vollständig *durch* dieses Streben; jeder getragen und weiter geführt durch das Eingreifen verwandter Wissenschaft in einem Verein von Freunden, die ihr Leben diesen Wissenschaften einträchtig und theilnehmend gewidmet haben, — als das Ziel aber, eine Reihe practischer Arbeiten, die in ihrer fast unermefslichen Begränztheit mehr als *ein* Menschenleben planmäfsig erfüllen und den Geist bei jedem Schritt zum Ziel durch die voraneilende Idee zugleich ermuntern und befriedigen kann.

Digitized by Google

I.

Speculation.

Magnalia naturae fere extra vias tritas et orbitas notas jacent.

Baco de Verulamio.

Digitized by Google

Digitized by Google

Nees v. Esenbeck an Bischof.

Ich bin in meiner Bearbeitung der Pflanzenphysiologie an der Lehre von der chemischen Grundmischung der Pflanzen angelangt, und so viel auch über diesen Punct vorgearbeitet zu seyn scheint: so mufs ich doch fürchten, hier auf dem Grund sitzen zu bleiben, wenn ich nicht durch die Vermittlung der verwandten Wissenschaft befreit werden kann.

Lassen Sie mich also eine Frage an Sie richten, gestüzt auf *die* Ansicht des Universitätslebens, dafs es eine Vereinigung (nicht aber eine Vereinzelung) der Wissenschaften in tüchtigen Repräsentanten zur Einheit eines geistigen Staats sey, wo jeder die Noth und den Mangel in sich treuherzig und treu dem Andern vertraut und an seinem Reichthum ergänzt. Ich nenne dieses *academisch* arbeiten und setze jede Universität in dieser Hinsicht als Akademie, da sie die Bedingungen zur Erreichung academischer Zwecke, besonders für die Naturwissenschaften, reichlich in sich trägt. Und nun zur Sache. — Die Pflanze ist mir ein *dreikörperiger Organismus*, d. h. ein solcher, in welchem sich von den beiden Lebenspolen nur *einer* in relative Gegensätze organisch aufschliefst, während der andere, stets in (relativer) Verschlossenheit befangen, der Nothwendigkeit des irdischen Lebens heimgegeben bleibt.

Erst im Thier schliefst sich auch dieser zweite Pol des Lebens organisch auf, — das Thier wird viergliedrig und bewegt sich.

Der *gebundene*, *verschlossene Pol* der Pflanze, gleichsam derjenige, der sein volles Gewicht ewig an sich trägt und folglich keine Kraft mehr darüber hinaus verbreiten kann, ist die *Wurzel*, die *unterirdische Pflanze*.

Der *aufgeschlossene Pol* ist die *oberirdische Pflanze*, die sich alsbald in Längsgebilde und Flächengebilde auflöst und so fortschreitet, bis sich die *zeitliche*, successive Spaltung der Breitefunction in den Blättern auf die *zeitlose* oder *gleichzeitige* der Blüthenbildung, (Kelch, Blu-

Digitized by Google

Nun ist die Längentendenz in der Fläche erloschen und das Wachsthum ergreift die dritte Dimension, — die Substanz selbst entfaltet sich zum *Geschlecht.*

Die Substanz der Pflanze aber ist *derselbe* Organismus, den wir äusserlich sich aufblättern und aufblühen sehen, *innerlich* angeschaut. Einen innerlichen Organismus nennen wir *Structur* und *Textur.* Die Structur der Pflanze ist ebenfalls dreikörperig, mit einem *aufgeschlossenen* und einem *verschlossenen* Pol.

Hier folge ich *Kiesern.* *) —

Der verschlossene Körper heifst *Holz,* den aufgeschlossenen nenne ich *Mark*, gemäfs der einen Idee der Polarität, nach welcher jeder Pol das Minimum seines Gegenpols mit dem Maximum seiner eigenen Qualität ins Gleichgewicht setzt.

Der Character des Holzes ist durch das Spiralgefäfssystem ausgedrückt, das gestreckte Zellen mit sich verbindet: — diese sind gleich *Stengel,* jene gleich *Blatt.* Das Mark ist der Körper des *Zellsystems,* und wo das Zellsystem herrscht, ist *Mark.*

Das Zellsystem herrscht aber

a) in der Rinde,

b) in dem eigentlichen Mark.

Der Markkörper ist also in ein Aeusseres und in ein Inneres *gespalten* (entfaltet), und der Holzkörper liegt, als Indifferenzpunct, in der Mitte. Darum sage ich: die innre und die äufsre Pflanze entfalten sich *polar*, d. h., der Holzkörper, in dem das Blatt, das äusserlich Geschiedene, herrscht, ist hier das Verschlossene, ein —, und das Mark, der Zellenkörper, als das Ursprüngliche und Erste des Pflanzenlebens, das sich wie die Wurzel zur oberirdischen Pflanze, wie Stengel zu Blatt, verhält, ist das Aufge-

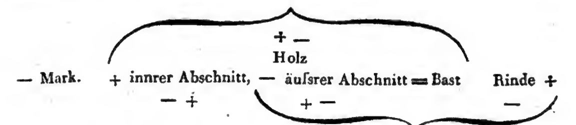
Digitized by Google

schlossene, das +. Da, wo ein concentrischer Schnitt den ersten Ring von Spiralgefäfsbündeln durchschneidet *), einen Theil gestreckter Zellen nach aussen wirft, und den inneren, gröfseren Abschnitt des Cylinders zu Holz steigert, liegt die Lösung des Geheimnisses, wie das *relativ* Innere absolut doch ein Aeusseres seyn könne; denn ungeachtet die Richtung der concentrischen Schichtung so läuft

— +

— Mark, Holz, Rinde +

so ist doch, wenn wir das Holz nach seinen beiden Elementen nehmen und die Spaltung durch das Gefäfsbündel führen, das reine Holz, absolut betrachtet, ein Aeusseres, wie es sich auch durch die jährliche Scheidung der Rinde, bei dem Aufsteigen des Safts an der Grenze des Bildungsheerdes aller fixen Pflanzensubstanz aus dem Cambium, lebendig bewährt:



Also auch der Markkörper umschliefst einen Gegensatz, der sich verhält wie Stengel zu Wurzel, — nämlich den von Bast, und Rinden- und Markzellen. Der Bast ist gleich *Stengel*, die Zellsubstanz gleich *Wurzel*.

Die Geschlechtstheile der Blüthe sind die Entfaltung dieser drei Körper.

Das *Nectarium* ist *Rinde*, (eigentlich Bast;)
die *Staubfäden* sind *Holz*, (Spiralgefäfsbündel;)
die *Stempel* sind *Mark*.

Digitized by Google

Ihnen brauche ich hier nicht zu sagen, dafs ich dieses in *organischem* Sinn nehme, so also, dafs sich in jedem organischen Gebilde *alle* Systeme, nur auf den Stufen der Zerfällung mit immer gröfserem Ueberwiegen des einen oder des andern, finden.

Linné hat, was ich hier ausspreche, schon deutlich vor Augen gehabt, aber zu materiell aufgefafst.

Wie sich in den drei centralen Gebilden der Blüthe, — Nectarien, Staubfäden und Pistillen, — die drei inneren Körper des Pflanzenleibs *äussern*, (exseriren): so zerlegt jedes derselben wieder in sich den Körper in seine Systeme; das *Nectarium* den *Rindenkörper* in *Bast* und *Rinde*, (Drüsen und Drüsenstützen), der *Staubfaden* den *Holzkörper* in *gestreckte Zellen* und *Spiralgefäfse*, (Träger und Anthere), der *Stempel* das *Mark* in *Markring* und *Markzellen*, (Fruchtknoten mit Wurzel (Narbe), Stengel (Griffel) und Blatt (Germen), und Ovula).

Endlich scheidet der Gipfel eines jeden dieser Gebilde in sich die, seiner Stelle im Ganzen gemäfs polarisirte, ureine Pflanzensubstanz selbst zu Tag, — das *Nectarium*, als *Honig*, — der *Staubfaden*, als *Pollenmasse* (Pollenin), — der *Stempel*, als Keimflüfsigkeit des Eychens.

Wo aber die drei Urpolaritäten des Pflanzenkörpers rein und *gleichzeitig* gegeben sind, — da ist die Pflanze selbst *ursprünglich* gegeben, d. h., sie fängt von Grund aus zu leben an.

Dieser Grund ist die Erde, — der Embryo, — der Saame, als *Wurzel*.

So gut oder schlecht nun auch das bisher Vorgetragene zusammenhängen mag: so werden Sie doch bald bemerkt haben, dafs es hierbei noch nicht still stehen könne, sondern dafs nun erst folgende Fragen beantwortet, und noch eine schwere Aufgabe gelöst werden müsse.

Die *erste Frage* lautet so:

Ist die Substanz jeder (versteht sich, jeder individuellen) Pflanze wirklich zu setzen als *eine* und für das Leben derselben Pflanze

oder ist die Pflanzensubstanz *ursprünglich verschieden*, different, und eben dadurch Grund der Differenz des Pflanzenbaus?

Wäre das Erstere erwiesen, so folgte dann die *zweite Frage*:

Wie verhält sich diese postulirte Pflanzensubstanz zu den Elementen der unorganischen Natur, wie sie uns die Chemie darstellt?

Die *Aufgabe* aber, die sich zuletzt anschlösse, wäre: darzulegen, wie sich die durch den Lebensact der Pflanze polarisirte, — d. h., modificirte und unter allen innerhalb der Möglichkeit dieser Schranke liegenden Bestimmungen gesetzte — Pflanzensubstanz chemisch gestalte zu *besonderen* pflanzlichen *Substanzen*, und wie sich diese sodann verhalten

a) zu den Urtypen des Pflanzenlebens,

b) zu den chemischen Grundtypen der äussern, sogenannten unorganischen Natur.

Die erste Frage kann nur aus der *Idee* des *Organismus erwiesen* und in der Erfahrung aufgedeckt werden.

Organisch heifst, was sich, als ein Abgegrenztes, innerhalb dieser Grenze gegen das Ganze *erhält*. Sein eigentlicher Character besteht in der *Grenze*, — dafs diese nämlich *ein Besonderes* umgrenze, nicht, dafs blofs das Abgesonderte irgendwo *aufhöre*, wär's auch noch so regelmäfsig, wie z. B. der Krystall, der immer nur ein *freies*, herausragendes, abgesondertes Stück in höchster Vollendung darstellt.

Was sich so absondert, dafs es sich zu dem, wovon es sich absondert, wie Inneres zu Aeusserem verhält, nimmt gegen dieses den Character der *Substanz* an, und das Aeussere erscheint gegen dasselbe als das Reich der *Accidenzen*.

Die organischen Wesen sind also zu betrachten als die *reine Darstellung der Substanz der accidentellen Welt*, daher wir ihnen auch Gesetzmäfsigkeit, d. h. Nothwendigkeit, — dieser (der Aussenwelt) aber (relative) Zufälligkeit zuzuschreiben gewohnt sind.

Digitized by Google

der Welt, die Entäusserung ihres Innern, oder die Erinnerung (Bekehrung) ihres Aeussern: so verhalten sie sich zu ihrer Aussenwelt, der *Qualität* nach, gleich und nur der *Quantität* nach verschieden, d. h. polar, und müssen, da jeder Pol einem *mathematischen Punct* gleich zu achten ist, als eine *absolute Einheit* betrachtet werden. Jeder Organismus reducirt also die gesonderten Elemente der Natur *in sich* auf eine *relative Einheit*, und diese ist *seine Substanz*.

Er ist aber, der Qualität nach, seiner Aussenwelt gleich. Die Differenz seiner Substanz, als einer besonderen, z. B. *dieser* Pflanzenspecies, *dieses* Thiers, oder noch allgemeiner ausgedrückt, der *Pflanze*, des *Thiers* überhaupt, kann also nur in quantitativen, d. i., polaren Verhältnissen gesucht werden.

Polare Gegensätze finden aber nur statt *in* der Einheit und *durch dieselbe*, nämlich durch den *Indifferenzpunct*, auf den sie sich beziehen.

Die Substanz jedes Organismus besteht also und ist nur *als Eine*, obgleich sie die Vielheit aller Substanzen der Aussenwelt aus sich, ihrem Grundcharacter gemäſs, herstellt. — So reducirt die Pflanze ihre Nahrung auf den einfachen Pflanzensaft, —

das Thier, die Nahrung auf den homogenen Chylus, und wir sind bei der *zweiten Frage* angelangt:

> *Wie verhält sich die organische* (Pflanzen-) *Substanz zu den bekannten, chemischen Elementen ihrer Aussenwelt?*

Ich habe keck das Wort »Nahrung« ausgesprochen, als verstünde sich's von selbst. Es versteht sich aber nicht ganz von selbst, bevor man näher zusieht und bedenkt, daſs der Organismus, von dem wir sprechen, ein *besonderer* in dem *Besonderen*, z. B. der Erde, — und daſs alles Besondere in *zeitlicher* Existenz lebe und sey.

Der besondere Organismus erscheint sonach als ein *zeitliches Setzen* der *besonderen Aussenwelt* als *Substanz*. In ihm *wird* die Aussen-

Digitized by Google

Sehen wir das von der Seite des Organismus selbst an: so sagen wir: der Organismus setzt Aeusseres *in sich*, d. h., er *nimmt Nahrung ein.*

Treiben nach Nahrung ist die *erste Lebensäusserung.*

Der Begriff der Ernährung ist also ganz gleichbedeutend mit dem eines besonderen (endlichen) Organismus.

In welcher Form aber wird das Aeussere *in* den Organismus kommen?

Das Aeussere ist gesetzt als Accidenz, d. i. als *Vielheit*, — das Innere als Substanz, als *Einheit.*

Ideal angeschaut, ist also der Uebergang der Aussenwelt in den Organismus vermittelt durch das, was den Uebergang der Vielheit in die Einheit vermittelt.

Dieses Vermittelnde ist die Indifferenz des Gegensatzes, = o.

Nun ist aber die *Besonderheit*, als solche, *rein* betrachtet, *Qualität.*

Das Nahrungsmittel geht also in den Organismus nur über, indem es seine bestimmte Qualität *verliert* und o. Qualität annimmt, die aber, da diese o. Indifferenz ist, zugleich die unendliche Möglichkeit jeder Differenzirung (Qualitätsbestimmung) in sich trägt.

Mit andern Worten; Das Nahrungsmittel löst sich, um in den Organismus *einzugehen*, (nicht bloſs *ingerirt*, sondern wirklich asſimilirt zu werden,) auf in die Urelemente der Aussenwelt, und diese erlöschen, dem Charakter der Organisationsstufe, die sie aufnimmt, gemäſs, in einem einfachen Product, das, absolut vor der Chemie verschlossen, nur der Idee noch zugänglich und aus den von ihm abstammenden secundären Producten zu erschlieſsen ist.

Dieses organische Urproduct kann nun aber theils *durch das Leben selbst* wieder in verschiedene Stufen zerlegt werden, die um so mehr sich dem Unorganischen nähern müssen, je weiter sie von dem Indiffe-

Digitized by Google

nach dem Tode des Organischen dieselben Producte, welche die Aussenwelt ursprünglich aus den Urelementen combinirt, durch Natur oder Kunst *wiedergeboren werden.* Aller Unterschied der organischen und unorganischen Substanz beruht also lediglich auf der Verschiedenheit der *quantitativen Verhältnisse* der Verbindung der Urelemente, d. h., auf einer Verschiedenheit der *stöchiometrischen Gesetze in* und *ausserhalb* des Organismus.

Daher ist die chemische Erscheinung des Todes Reconstruction der organischen Substanz unter die Gesetze der äusseren Natur in den Stufen der Verwesung.

Daher ist, was die Chemie auch aus organischen Wesen darstellt *), *Product*, ja, alles, was nur von dem organischen Leben aus auf ein rein chemisches Reagens wirkt, wird unmittelbar in diesem Conflict schon geändert und das Product desselben huldigt den Gesetzen des Todes.

Halten wir das hier ganz im Allgemeinen Dargelegte nur etwas näher an die bekanntesten Erscheinungen des Pflanzenwachsthums: so finden wir viele entsprechende Beziehungen.

Ich habe mich hier zunächst von *Saussure* **), *Steffens* ***), *Voigt* ****), *Treviranus* †), *Oken* ††), *Kieser* †††) und *Sprengel* ††††) leiten lassen.

---

*) Kali, Kalk, Kiesel, Metall etc.

**) *Theodor von Saussure's* chemische Untersuchungen über die Vegetation, aus dem Französischen übersetzt, mit einem Anhange und Zusätzen versehen von *F. S. Voigt.* 1805.

***) Beiträge zur inneren Naturgeschichte der Erde, von *Heinrich Steffens.* Freiberg 1801.

****) In dem Anhang zu *Saussure's* chemischen Untersuchungen

†) *Ludolph Christian Treviranus* Beiträge zur Pflanzenphysiologie.

††) Lehrbuch der Naturphilosophie, 2r Th.

†††) a. a. O.

Digitized by Google

Die Pflanze lebt von Wasser und Gasarten.

Durch die Wurzel saugt sie *Wasser*, mit Kohlenstoff verbunden, ein, durch die Blätter, Wasser und atmosphärische mit Kohlensäure gemengte *Luft*.

Die Haarwurzeln sind geschlossen durch schwammige Mützen; die Poren der Oberhaut führen in so feine Gänge, daſs zweihundertmalige Vergröſserung sie kaum dem Aug verräth;

auch in die geschlossenen Zellen des Zellgewebes tritt die Feuchtigkeit:

Die Pflanze ist also von ihrer Nahrung durchdrungen auf eine Art, die nur in der Idee einer stetigen Intussusception durch Decomposition und Composition angedeutet, aber nicht mechanisch erklärt werden kann. Sie nimmt ihre Nahrung auf, indem sie in jedem Puncte ihrer Substanz gleichzeitig die Elemente der Erde in sich hervorruft und bindet, etwa nach der Art, wie die *Volta'sche Säule* den electrochemischen Proceſs in sich anfacht und fortpflanzt.

Die Nahrung der Pflanze läſst sich also zurückführen auf *drei* Gasarten: *Sauerstoffgas*, *Kohlenstoffgas* und *Wasserstoffgas*, wozu sich noch unter gewissen Verhältnissen *Stickstoffgas* gesellt.

Aus dieser einfachen Kost evolvirt sich eine ungemessene Menge von Pflanzenstoffen, die das Leben und die Kunst darstellen können, von deren keinem aber die Erfahrung die unmittelbare Aufnahme von Aussen, auch wenn sie organisch möglich wäre, nachgewiesen hat. Gräser, die in Baumwolle, in Badeschwamm etc. mit bloſsem kohlensäuerlichem Wasser erzogen werden, liefern eine beträchtliche Menge *Kieselerde*. — Woher nähme doch die Pflanze ihr Kali, als aus der Dammerde, und woher nehme diese ihre Kali, als aus der Pflanze? So geht der Kreis ins Unendliche.

Die Pflanze lebt also von den einfachsten Elementen der Natur, wie sie sie *findet*, und combinirt aus ihnen die Basis ihres materiellen Leibs.

Digitized by Google

Das Thier dürfte sich im Gegentheil dadurch auszeichnen, daſs es das schon weiter componirte erst decomponirt und zur Lösung in die Elemente selbst *vorbereitet.* Beide aber, die Thiere und die Pflanzen, entsteigen dem Wasser, der Mutter des irdischen Lebens.

Die *Wissenschaft* spricht also, wie Sie sehen, für die *Einheit* der vegetabilischen Substanz, *vor* und *über* der Chemie, unter der Obhut des Lebens.

Die *Erfahrung* steht im Einverständnisse, wenn wir nachforschen, wie sich die Aussenwelt im Uebergehen zur Innenwelt des Organismus verhalte. Sie zeigt da Zerlegung und Reduction der besonderen Substanzen auf die *lezten,* durch die Chemie bisher dargestellten *Elemente.* Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff machen die Basis der Pflanzensubstanz, — Stickstoff spielt hinein; — Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff scheinen die Basis der Thiersubstanz zu machen, in die der Sauerstoff im *minus* eindringt.

Physiologisch angesehen, ist die reine Pflanzensubstanz also gleich *Wasser* mit *Kohlenstoff.*

Aber das Leben der Organismen ist ein *Entfalten ihrer Substanz* in *homologen Producten.*

Die *eine* Substanz zerfällt in Producte von bestimmter Mischung, deren Grundcharakter die Chemie aus den Resultaten ihrer Analysen erschlieſsen, aber nicht in ihnen *darstellen* kann, weil Tod und Leben reine Gegensätze sind.

Hier ist es nun, wo sich dem Physiologen die oben berührte schwierige Aufgabe entgegenstellt: *Die chemische Gestaltung der in der Sphäre der pflanzlichen Individualität liegenden Ursubstanzen aus der quantitativen Combination ihrer bestimmten Elemente nachzuweisen und diese Combinationen sowohl mit den Urtypen der Pflanzenbildung, als auch mit dem System der unorganischen Körper in Beziehung zu setzen.*

Ich will *Ihnen* erzählen, wie ich hier verfahren, und wie weit ich

Google

Wie jede Pflanze für sich eine Einheit darstellt: so macht ein bestimmtes Verhältnifs von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, — (wir wollen vorläufig vom Stickstoff abstrahiren, da dieser nicht zum Wesen der Pflanze, sondern nur zum Wesen der Organisation überhaupt gehört), als Einheit betrachtet, *ihre reine, organische Ursubstanz.* Wir dürfen dieses Verhältnifs, ungeachtet es in Bezug aufs Ganze blofs *relativ*, d. h. partiell ist, an und für sich, in Bezug auf die Pflanze, als Einheit betrachtet, *absolut* nehmen, oder mit andern Worten, wir dürfen alle Modificationen der Pflanzensubstanz als eine blofse Vertheilung dieser absolut bestimmten Gröfsen nach polaren Gesetzen betrachten.

Die reine, blofs ideale Einheit der Pflanzensubstanz nenne ich *Pflanzenbasis* (Phytoïne). Sie ist so verschieden, als das Pflanzenreich selbst in Arten verschieden ist, aber ihre irdischen Elemente heifsen immerdar *Kohlenstoff* mit *Sauerstoff* und *Wasserstoff.*

Die Pflanzenbasis *entspricht* der *Wurzel*, dem verschlossenen Pflanzenpol; daher liegt so häufig die ganze und ungetheilte Kraft der Pflanze in ihrer Wurzel.

Chemisch entspricht dieser Basis am meisten der sogenannte *Extractivstoff*, der aber nicht rein, sondern nur in und mit Eyweifsstoff auftritt: Jnulin, Asparagin, Picrotoxicin, Urticin, Gossypin etc. sind Andeutungen dieses x in der abgeleiteten Pflanzensubstanz.

Wie die oberirdische Pflanze, als der andere Pol, das ruhende Wesen der Pflanze selbst zuerst zerlegt in den *Stengel*, als den centralen-, und in die *Blätter*, als den peripherischen Theil, bis zur Blume, — dann aber im Wachsthum sich selbst angreift und sein Inneres, seine Structur, Textur, ja seine erste und ursprüngliche Grundlage, die Zelle, in Bildung bringt und ans Licht fördert: so, dachte ich, müfse sich auch die *eine* Pflanzensubstanz in *besondere* Substanzen zu immer weitern Kreisen gliedern, deren letzter endlich unmittelbar mit der Aussenwelt verschmelze und die *chemische Aussenfläche* (Epidermis) der Pflanze dar-

Digitized by Google

Der Stengel, als der indifferente Pol der erschlossenen Pflanze, der Wurzel zugeneigt, müſste angedeutet werden durch ein solches Verhältniſs der Elemente der Pflanzenbasis, in welchem zwar das zerlegende Element (das Licht) seine Gewalt schon äusserte, aber als einen Act in der Vergangenheit und mit der Neigung zum Gleichgewicht.

Eine Substanz, in welcher die Lichtaction untergegangen (vergangen) ist, ist ein *Oxyd.*

Als pflanzliche Substanzen, die dieser Sphäre, analog*) den Oxyden, entsprächen, erschienen mir

Amylum,
Zucker,
Gummi,
Schleim,
Holzfaser. (Rinde und Mark stehen schon im Uebergang zu differenteren Formen.)

Die chemischen Analysen gaben nicht unerfreuliche Uebereinstimmungen zu erkennen; nach *Berzelius* **) enthalten nämlich

	Kohlenstoff	Sauerstoff	Wasserstoff
Amylum	34,327	49,583	7,090
Zucker	42,704	50,405	6,891
Gummi	41,752	51,456	6,792
Schleim	45,267	48,348	6,385
Holzfaser der Eiche nach			
Thenard und *Gay-Lussac* —	52,53	41,78	5,69
der Buche	51,45	42,73	5,82.

Alle diese Stoffe ergeben ein Product aus *Wasser* und *Kohle* mit einem nur sehr geringen + oder — des Sauerstoffs, so daſs ich hier die

*) Es ist nur von Einheit der *Bedeutung*, nicht der *Form* die Rede.

Digitized by Google

erste, gleichmäfsigste Bindung der Pflanzensubstanz zu erblicken glaubte, — nämlich nicht mehr ein reines, indifferentes Product aus *Sauerstoff, Wasserstoff* und *Kohlenstoff*, sondern eine *Unterordnung* der Basis unter je *eins* der relativen Elemente.

Im *Amylum* tritt der Sauerstoff *zurück*, Wasserstoff *vor*, — es beginnt die Reihe der wasserstoffigen Pflanzensubstanzen.

In *Gummi, Zucker, Schleim* waltet der Sauerstoff; ich sah in ihnen die Reihe der sauerstoffigen Pflanzensubstanzen beginnen.

Im *Holze* drückt sich die Macht des Kohlenstoffs über die beiden anderen Elemente aus, und scheint ebenfalls eine Reihe von Evolutionen zu eröffnen. — Kork (Rinde) gewinnt wieder an Sauerstoff.

Endlich darf auch das *Eyweifs* nicht ganz übersehen werden, das den *Stickstoff*, als viertes Glied, zum Regiment bringt, gleichsam ein Hereinblicken der Thierheit in die Pflanzenwelt.

Thenard's und *Gay-Lussac's erstes Gesetz* *) schien mir also sehr sinnreich auf diesen ersten tieferen Kreis der pflanzlichen Substanzen zu deuten, wenn es solche Pflanzensubstanzen sich unterordnet, *in welchen des Sauerstoffs und Wasserstoffs nicht mehr, als zur Wasserbildung erfordert wird, in die Verbindung mit dem Kohlenstoff tritt. Wasserkohle* wäre der Character dieser Stoffe, die wirklich alle zum eigentlichen Leib der Pflanzen gehören und sich im Stamm und dessen Säften hervorbilden.

Das *Amylum*, reine, lebendige, freie *Pflanzenzellchen*, gleichsam vegetabilische Infusorien oder Atome *in* der Pflanzenzelle, findet sich reichlich schon in den Cotyledonen, in vielen Wurzelknollen, und nimmt im Stengel ab, bis es wieder in den Saamen hervortritt.

Zucker und *Schleim* gehören der Wurzel, dem Stengel, am meisten aber den reifen Früchten, die Blätter aber enthalten seltner diese Substanz.

Digitized by Google

Holzfaser ist Stengel - und noch mehr Blattgebilde. *Eyweifs* herrscht in Wurzelknollen, im Bildungssaft, in Früchten und Saamen.

Die *Blätter*, als der Inbegriff der peripherischen Gebilde der Pflanze, werden bezeichnet werden durch *peripherische Stoffe*, d. h. durch solche, die nicht zur inneren Bindung und Consolidirung gelangen und so in die Pflanze selbst eingehen, sondern die vielmehr aus ihr *herausstreben* — *Se* - und *Excretionsstoffe* der Pflanze. Der Character dieser Stoffe wird seyn, dafs sie das äussere, unorganische Element immer mehr zur Herrschaft bringen, und den hydrocarbonischen Leib der Pflanze nach den schon in ihm selbst liegenden Richtungen weiter zerlegen, das heifst, *äusseren, polaren Elementen unterordnen.*

Die Ausscheidungsstoffe sind aber entweder *absolute*, d. i. solche, die unmittelbar in die Aussenwelt zurücktendiren und entweder *wirklich* und *räumlich*, oder doch durch die aufgehobene *Möglichkeit der Rückkehr* in den Pflanzenleib, in dieselbe *übergehen*, — oder *relative*, d. i. solche, die nur hervortreten, um, als Pole, den Conflict eines *neuen Pflanzenlebens zu beginnen.*

Aus der Reihe der ersteren kenne ich:

Harze,
Aetherische und fette Oele, (Miricin?)
Nectar,
Säuren.

Zur Reihe der zweiten gehören *Pollen* und *Keimflüfsigkeit des Eychens.*

Es ist anziehend, zu bemerken, wie sich diese *nichtelastischen* Excretionen wieder nach dem Typus der indifferenten Pflanzensubstanzen gliedern.

Digitized by Google

Nach *Thenard* und *Gay-Lussac* enthalten:

	Kohlenstoff	Sauerstoff	Wasserstoff
Tannenharz	75,944	13,337	10,719
Kopal	76,811	10,606	12,05 *)
Baumoel	77,213	9,427	13,360
Wachs (der Bienen)	81,784	12,697	5,544 **).

Wie viele Harze giebt es nicht, — wie viele ätherische Oele! Hier beginnen die Lücken.

Im *Nectar* schwitzt fast reiner Zucker aus, doch verdiente er eine genaue Analyse, und zwar nicht in der Form des Bienenhonigs. Mit ihm hebt die Reihe der Säuren an, die einzige, wo die Beobachtung weiter reicht, aber doch nicht *weit genug*.

Ich will folgende Säuren nach *Berzelius* zusammenstellen:

	Kohlenstoff	Sauerstoff	Wasserstoff
Gallussäure etc.	56,96	38,02	5,02
Essigsäure	46,871	49,934	6,195
Citronensäure	41,270	55,09	3,634
Schleimsäure	34,164	60,818	5,018
Weinsteinsäure	36,888	59,200	3,912
Oxalsäure	33,217	66,290	0,493.

*) Die Benzoesäure ist ein Harz mit halbem Antheil Wasserstoff. Sie besteht nach *Berzelius* aus

Kohlenstoff 74,71. Sauerstoff 20,02. Wasserstoff 5,21.

5,21 × 2 ist aber = 10,42, welches bis auf 0,29 dem Wasserstoffantheil des Harzes entspricht. So gehört also diese Säure zu den Mittelgliedern, die den Abstand der brennbareren Pflanzenstoffe von den indifferenten vermitteln helfen. Ihrer dürften noch viele entdeckt werden.

**) Das Wachs der Bienen ist kein rein vegetabilischer Körper, sondern offenbar durch die Verdauungskraft des Thiers verändert. Es bleibt also die wahre Mischung des Pflanzenwachses unbestimmt, bis genaue Analysen des Wachses der Wachspalme, des nordamerikanischen Wachsbaums (*Myrica cerifera*) u. s. w.

Digitized by Google

Die sauren Säfte vieler Früchte sind als eine Art von Excretion zu betrachten, da sie nicht in den Kreis des Individuums treten, sondern mit den Früchten *abfallen.* Warum sind Wurzeln selten oder nie sauer?

Wenn ich nun auf die wasserstoffigen Se - und Excretionen *Thenard's* und *Gay-Lussac's drittes Gesetz* *) vollständig geltend machen kann: so dürfte vielleicht, in Hinsicht der Säuren, der geringere Ueberschufs an Sauerstoff, den die Berzelius'schen Analysen ergeben, dem *zweiten Gesetz* dieser geistreichen Chemiker **) weniger zu entsprechen scheinen. Es fragt sich, ob diese Analysen mit dem Gesetze geradezu im Widerspruche stehen oder nicht?

Im *Pollen* hat man thierische Mischung gefunden. Die bisherigen Analysen genügen nicht, weil sie nicht auf die Elemente zurückgehen. Erwiesen ist aber, dafs sich hier die Herrschaft des *Stickstoffs* erweitert. Sollten die *Eychen*, — die Feuchtigkeit des Fruchtknotens, — der Narbe, — den *Kohlenstoff* vorwaltend zeigen: so wäre der *vierte Pol* der Zerstreuung des pflanzlichen Leibes gefunden.

Was liegt aber zwischen *Eyweifs* und *Pollen* ***)?
was zwischen *Holz* uud *Keimflüfsigkeit?*
was zwischen *Amylum* und *Harz?*
Auch zwischen *Zucker* und den Säuren sind noch grofse Klüfte?

Hier tritt also die Noth der Pflanzenphysiologie ein und sie mufs zu dem Chemiker ihre Zuflucht nehmen, der in den stöchiometrischen Ge-

---

*) *Diejenigen Substanzen, welche mehr Hydrogen enthalten, als erfordert wird, um mit dem in ihnen vorkommenden Sauerstoff Wasser zu bilden, sind entweder ätherische oder fette Oele oder Harze.* a. a. O.

**) a. a. O. *Pflanzensäuren sind diejenigen vegetabilischen Substanzen, welche mehr Sauerstoff enthalten, als erfordert würde, um den ihnen zukommenden Wasserstoff in Wasser zu verwandeln.*



setzen den Schlüſsel gefunden hat, welcher ihm die Geheimnisse der analysirenden Chemie deutet und ein Gesetz in ihre Resultate bringt.

Es bleibt aber noch ein Kreis der Zerstreuung, — *der* nämlich, in welchem die letzte Welle, vom Centrum aus angeschlagen, in den Umfang verflieſst.

Die Pflanzensubstanz entäussert ihr Inneres, ihre innere Structur, in den Gebilden des Geschlechts. Die Substanzen, welche dieser Stufe rein entsprechen sollen, müssen die *polare Spannung* so weit *steigern*, daſs sie jedes der 4 Urelemente der Ursubstanz, mit dem intensiven Minimum der übrigen *) verbunden, nach Aussen kehren, d. h. *ausscheiden*.

Diese Ausscheidung erfolgt entweder in *Gasform*: *Geruch* — oder in *tropfbarer* Form: *Ausdünstung*.

Die *Gerüche* scheinen theils *wasserstoffhaltig*, theils *stickstoffhaltig*, wohin z. B. auch die Cyanogensäure zielt; die *Ausdünstungsstoffe* sind theils *gekohltes Wasser* (?), theils Säuren; z. B. Oxalsäure in den Drüsen der Kicher **).

So wäre auch hier eine vierseitige Spaltung und relative Zersplitterung der einen und ungetheilten Pflanzensubstanz angedeutet; aber die Chemie, die immer mehr zurücktritt, je weiter ich vorschreite, verläſst mich.

Wie diese Einheit, die ich ahne, aus einem bloſsen Desoxydationsproceſs des Kohlenstoffs in entgegengesetzter Richtung durch das Pflanzenleben, — in der Spannung des Urgegensazes von Sonne und Erde unter der Potenz der Pflanze, — abgeleitet werden möge — diese

*) Ich sage *intensiven* Minimum; denn das bloſse Gewichtsverhältniſs scheint mir nicht allein den rechten Maaſsstab zu geben.

**) Man vergleiche: *L. L. Treviranus über die Ausdünstung der Gewächse und deren Organe* in *R. u. L. Treviranus vermischten Schriften*, Bd. 18.6

höchste Aufgabe der Pflanzenphysiologie gehört nicht hieher. Sie läfst sich andeuten, — aber nicht lösen, bevor die Evolutionsreihen der Pflanzensubstanz vollständiger nachgewiesen sind; daher meine Frage:

1) *Was läfst sich zur Ergänzung der bedeutenden Lücken, die hier offen stehen, beibringen, um dem Gebäude dadurch Haltung, oder, — wenn der Ballast auf die unrechte Seite fallen sollte, den Umsturz zu bereiten?*

Wer so ziemlich Alles, was die Chemie, und besonders die neuere, ans Licht gefördert, gelesen hat, wie *Sie*, mein Freund! kann sich an Vieles erinnern, was mir nothwendig entgehen mufste.

2) *Was sagt die Stöchiometrie zu diesem Gebäude, — wenn Gott will, dafs es stehen bleibe? Wird sie darin eine bequeme Herberge finden?*

3) *Endlich — wie verhalten sich wohl die Verbindungsstufen, nach Atomen ausgedrückt, zu meinen Evolutionsbasen, oder Körpern, des Pflanzenreichs:*

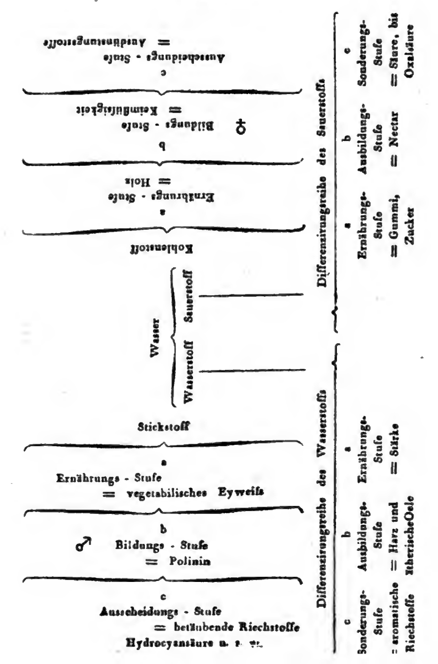
a) Wurzel;

b) Stengel, Blatt;

c) Befruchtungsorganen?

Ich schliefse, um meine Ansicht in einen leichteren Ueberblick zu fassen, noch folgende tabellarische Zusammenstellung der Pflanzensubstanzen, nach ihren allgemeinsten Gesichtspunkten, an.

Digitized by Google



Digitized by Google

image
not
available

Digitized by Google

Bischof an den Präsidenten Nees v. Esenbeck.

Sie fordern mich in *Ihrem* Schreiben, das ich mit wahrem Vergnügen gelesen habe, auf, einen Versuch zur Entdeckung der Gesetzmäſsigkeit in den Mischungsverhältnissen der Elemente der organischen und zwar zunächst der Pflanzenkörper zu wagen. Diese Untersuchung, wenn sie anders meine Kräfte nicht übersteigt, nehme ich um so lieber auf, da sie mit andern nahe verwandten Untersuchungen, wozu mich mein so eben vollendetes Lehrbuch der Stöchiometrie veranlaſste, zusammentrifft. Schon längst habe ich selbst an die Möglichkeit gedacht, die Verbindungsgesetze, die in der neuern Zeit in der unorganischen Natur auf eine so glänzende Weise entziffert worden sind, auch auf die organische Natur auszudehnen; allein ich kam bald zu der Einsicht, daſs nicht eben dieselben Gesetze, welche dort gefunden wurden, auch hier zum Grunde liegen können; denn die Erzeugnisse beider Naturreiche und die Art, wie diese Erzeugnisse entstehen, weichen zu sehr von einander ab, als daſs man hoffen könnte, auf *einem* Wege zum Ziele zu gelangen. Mag es auch noch so verdienstlich seyn, den andern Weg aufzusuchen, der uns in der organischen Natur vielleicht eben dahin zu führen verspricht, wohin uns *Richter* und seine Nachfolger in dem Gebiete der unorganischen geleitet haben; ich würde es, aus Furcht, auf dem unbetretenen, dunklen Pfade mich zu verirren, doch nicht gewagt haben, wenn ich nicht hoffen könnte, daſs da, wo meine Erfahrungen mich verlassen, die philosophische Ansicht der Natur mich leiten werde. So will ich's denn versuchen, die Aufgabe, welche *Sie* mir vorlegen, wo möglich aufzulösen.

Ich beginne damit, einen historischen Blick auf das zu werfen, was in der Pflanzenchemie bereits versucht und geleistet worden ist. Es wäre vielleicht nicht unwichtig, hier in das graue Alterthum so weit zurück zu gehen, als wir noch etwas über das Wesen und die Entste-

Digitized by Google

die sich leicht sehr in die Länge ziehen könnte, möchte uns zu weit von dem Ziele abführen, das wir zu erreichen streben; ich begnüge mich daher, mit dem Zeitpunkte zu beginnen, wo die Chemiker auf rein experimentellem Wege die wahre Kenntniſs von den Bestandtheilen der Pflanzenkörper erlangt haben.

Ehe man die Bestandtheile des Wassers und der Kohlensäure kannte, konnte nichts über die Bestandtheile der Pflanzenkörper mit Gewiſsheit ausgesprochen werden; also erst mit *Watt, Cavendish* und *Lavoisier*, denen wir die chemische Kenntniſs des Wassers und der Kohlensäure verdanken, ging ein neues Licht über die chemische Natur der Pflanzenkörper auf. *Cavendish* *) hielt die ſixe und phlogistische Luft nebst einem groſsen Theile Phlogiston und Wasser für die Bestandtheile der Pflanzen, weil, wie er bemerkt, bei ihrem Verbrennen in offner Luft, (wobei ihr Phlogiston sich mit dem dephlogistisirten Theile der Atmosphäre verbindet und Wasser bildet,) sie fast gänzlich in Wasser, und jene beiden Luftarten verwandelt zu werden scheinen. Da, wie weiterhin **) *Cavendish* bemerkt, die Pflanzen ihre Nahrung fast gänzlich aus Wasser, ſixer und phlogistischer Luft ziehen, und durchs Verbrennen wieder in diese Substanzen zerlegt werden: so glaubte er annehmen zu dürfen, daſs sie, ungeachtet ihrer ungeheuern Mannichfaltigkeit, fast ganz aus den verschiedenen Verbindungen des Wassers, der ſixen und phlogistischen Luft bestehen. Uebersetzen wir die Sprache *Cavendish's* (der bekanntlich eine eigene äusserst scharfsinnige phlogistische Theorie aufstellte) in die *Lavoisier's*: so wird es uns klar, daſs er mit der genauen Kenntniſs von den Bestandtheilen der Pflanzen innigst vertraut war. Doch wir wollen auch *Lavoisier* selbst hierüber hören.

Dieser trefliche Chemiker, der sich's zur unerläſslichen Pflicht machte, stets mit Maaſs und Gewicht in der Hand, die Natur zu erfor-

schen, zeigte durch unwiderlegliche Versuche, daſs die wesentlichen oder wie er sich ausdrückt, bildenden Bestandtheile der Pflanzenkörper, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff seyen; die Oele insbesondere bloſs aus den beiden letztern Bestandtheilen, deren Gewichtsverhältniſs er durch Verbrennungsversuche bestimmte, bestehen *). *Lavoisier* theilte aber nicht die Ansicht *Cavendish's*, daſs die Pflanzenkörper aus binären, d. h. aus je zwei Elementen bestehenden Verbindungen zusammengesetzt seyen; sondern er bemerkt, daſs genau genommen, sie weder Wasser, noch Kohlensäure, noch Oel, sondern nur die Grundtheile, woraus dieselben gebildet werden können, enthalten **). Die Erscheinungen, welche die Gährung, Fäulniſs und die gänzliche Entmischung der Pflanzenkörper begleitet, wovon die ältern Chemiker nur höchst unvollkommene Vorstellungen hatten, wurden von *Lavoisier* zuerst auf theoretische Gründe zurückgeführt: er wies durch genaue quantitative Versuche nach, wie aus Zucker in der Weingährung Alkohol und aus diesem in der sauren Gährung Essigsäure entsteht.

Sie sehen hieraus, daſs schon durch *Cavendish*, vorzüglich aber durch *Lavoisier* die Bahn zur genauern Kenntniſs der Pflanzenkörper gebrochen war, und hätte man das einfache, zu einzig richtigen Resultaten führende Verfahren *Lavoisier's*, die Pflanzenkörper in verschlossenen Gefäſsen zu verbrennen, und aus den Producten der Verbrennung auf ihre chemische Constitution zu schlieſsen, weiter verfolgt: so würden wir gewiſs in der chemischen Kenntniſs der Pflanzenkörper weiter vorgerückt seyn. Allein bald kamen die Chemiker auf Abwege, verwandten Zeit und Mühe auf Pflanzenanalysen, die von der *wissenschaft-*

---

*) Mem. de l'Acad. roy. des scienc., à Paris. p. l'Ann. 1784. p. 593. fg.; übers. in *Crell's* chem. Ann. 1790. I. 518. Diese Versuche haben historisches Interesse, weil sie die ersten Pflanzenanalysen enthalten, welche das Verhältniſs der Grundstoffe geben.

Digitized by Google

lichen Seite betrachtet, wenig Gewinn darbieten konnten. Das Verfahren nämlich, das man befolgte, bestand darin: die Pflanzenkörper nach der Reihe mit verschiedenen Auflösungsmitteln, mit Wasser, Alkohol und Aether, sowohl im kalten als warmen Zustande zu behandeln. Dadurch wurden die, in den verschiedenen Menstruis auflöslichen, *näheren* Bestandtheile der Pflanzenkörper ausgezogen, und theils durch Verdunstung des Auflösungsmittels, theils durch andere Reagentien einzeln dargestellt. Auf diese Weise erhielt man das Stärkmehl, Gummi, den Zucker, Eiweifsstoff, Kleber, Extractivstoff, die Holzfaser u. s. w. Manchmal äscherte man noch die, nach allen diesen Operationen übrig gebliebene Pflanzensubstanz ein, analysirte den feuerbeständigen Rückstand und fügte die Resultate der Analyse noch zu jenen hinzu.

Die Anzahl jener *nähern* Pflanzenbestandtheile hat sich in der neuern Zeit beträchtlich vermehrt, täglich finden die Chemiker noch mehrere auf, und es fehlt nicht viel, dafs fast jeder eigenthümlichen Pflanze ein besonderer, ihre Eigenschaften bestimmender Stoff zugeschrieben wird. Vollständig finden Sie diese nähern Pflanzenbestandtheile aufgeführt, und zugleich ihr chemisches Verhalten, besonders zu den verschiedenen Auflösungsmitteln, angegeben, in *John's* chemischen Tabellen der Pflanzenanalysen. Nürnberg 1814. S. VIII — X. Aber seitdem wurden mehrere neue, theils in den Pflanzen wirklich entdeckt, theils in ihnen hypothetisch angenommen: wie z. B. die Emetine in der Ipecacuanha, das Morphium und die Mekonsäure in dem Opium u. s. w., und wir dürfen erwarten, dafs ihre Anzahl in der Zukunft noch sehr zunehmen werde.

Wenn diese nähern Bestandtheile feste und unveränderliche organische Verbindungen wären, die in jedem Pflanzenkörper in gleicher Beschaffenheit vorkämen, wenn man sie, so wie ihre Elemente, durch die Analyse qualitativ und quantitativ genau bestimmt hätte: so könnten wir hoffen, durch sie zur chemischen Kenntnifs der Pflanzenkörper zu ge-

Digitized by Google

den Weg nicht bahnen. Davon überzeugte sich schon *Deyeux* *); denn er sah ein, dafs die Resultate, welche man bei Anwendung jener Auflösungsmittel erhält, fast immer nur mit den angewandten Agentien gebildete Verbindungen sind, und dafs sie, anstatt die Wahrheit, welche man zu entdecken sucht, darzustellen, oft nur denjenigen in Irrthümer führen, welcher sie als Producte einer genauen Analyse betrachtet. Noch mehr aber zeigten *Proust* **), *Berzelius* ***) und *Chevreul* ****), dafs alle die Pflanzenstoffe, welche bisher für allgemeine nähere Bestandtheile der Vegetabilien gehalten worden, in ihrer Natur eben so sehr von einander abweichen, als die Pflanzen selbst, aus denen man sie dargestellt hat. So hat zwar alles das, was wir *Gerbestoff* nennen, gewisse allgemeine chemische Eigenschaften mit einander gemein; es weicht aber von einander auf eine sehr merkliche Art, nach der Natur und Verschiedenheit der Pflanzen ab, durch die es erzeugt worden ist: so müssen wir den Gerbestoff der Galläpfel, des Cachou, der Uva Ursi, der Weidenrinde etc. für lauter verschiedene Arten desjenigen Stoffs nehmen, den wir Gerbestoff nennen. Dasselbe findet bekanntlich bei den flüchtigen und fetten Oelen, den Harzen, und nicht minder bei dem Gummi, Zucker etc. Statt. Hiezu kommt noch, dafs wir selten einen Stoff von dem andern ganz rein zu scheiden vermögen, indem man fast immer nur Verbindungen von zwei Stoffen mit Ueberschufs des einen erhält, und, wie *Chevreul* bemerkte, Verbindungen aus zwei Bestandtheilen nach verschiedenen Verhältnissen sich nicht immer auf einerlei Art zerlegen lassen. Mehrmals hält man auch Verbindungen, die ein Product der Analyse sind, für unmittelbare Bestandtheile der Pflanzen, und häufig

---

*) *Scherer's* Journ. d. Chem. II. 273.

**) *Gehlen's* Journ. f. Chem. u. Phys. II. 77.

***) *Gilbert's* neue Annal. der Phys. XII. 76.

Digitized by Google

begnügt man sich mit einigen, oft ziemlich unbestimmten, Kennzeichen zur Characteristik solcher nähern Bestandtheile. Wie schwankend überhaupt manche Chemiker solche Substanzen characterisiren, ersieht man schon aus den Benennungen, die sie ihnen geben: so z. B. findet man öfters unter den nähern Bestandtheilen eines Pflanzenkörpers, einen *thierisch - vegetabilischen Stoff* aufgeführt. Zu verstehen ist darunter wohl nichts anders, als eine Substanz, die vegetabilischen Ursprungs ist, aber Stickstoff in ihrer Mischung hat; wie unendlich viele Arten solcher thierisch - vegetabilischer Substanzen lassen sich aber wohl nicht denken? —

Aus diesem allen geht zur Genüge hervor, dafs jenes, bisher gewöhnlich angewandte, Verfahren zur Analyse der Pflanzen und Pflanzentheile, zwar für die Pharmacie, Therapie, Branntweinbrennerei, Gerberei etc. nützliche Resultate gewähren; für die wissenschaftliche Kenntnifs von der chemischen Constitution der Pflanzenkörper aber von weniger Nutzen seyn kann.

Da wir wissen, dafs die Grundstoffe aller Pflanzenkörper, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff sind, wozu bei einigen noch der Stickstoff kommt: so scheint ihre so grofse Verschiedenheit, bei gleicher Qualität nur in verschiedener Quantität, d. h. in den verschiedenen Verhältnissen jener Elemente, begründet zu seyn. Wir müssen daher zur Erreichung unsers Zwecks, diejenigen Analysen betrachten, welche uns das Verhältnifs jener Grundstoffe in den Pflanzenkörpern lehren. Analysen dieser Art besitzen wir nur wenige, die, welche von *Lavoisier* herrühren, der zuerst diese Zerlegungsmethode einführte, konnten, da ihm die hiezu nöthigen Instrumente fehlten, noch nicht den gehörigen Grad von Genauigkeit erreichen. Erst seitdem *Volta's* Wasserstoff-Eudiometer erfunden worden, durch das die gasförmigen, durch Verbrennung organischer Körper erhaltenen, Producte zerlegt werden können, ist es den Chemikern möglich geworden, in diesem Felde der

Google

Jahre verflossen, ehe von diesem trefflichen Instrumente zur Analyse organischer Substanzen Gebrauch gemacht worden. So viel ich weiſs, war *Theodor von Saussure* der erste (1807), der bei seinen Analysen des Alkohols und Schwefeläthers diesen Weg eingeschlagen hat. Er befolgte zuerst *Lavoisier's* Methode, den Alkohol vermittelst einer Lampe, unter einem mit einer Mischung von gemeiner Luft und Sauerstoffgas angefüllten Recipienten, zu verbrennen, und die erhaltenen Producte zu untersuchen. Diese Zerlegung gab ihm aber die am wenigsten genauen Resultate. Dann zersetzte er den Alkohol in *Volta's* Wasserstoff-Eudiometer durch augenblickliche Verpuffung des elastischen oder gasförmigen Dampfs desselben mit Sauerstoffgas. Endlich bewirkte er noch die Zersetzung des Alkohols in einer glühenden Porcellanröhre *).

In dem Zeitraum zwischen *Lavoisier* und *Saussure* kam nichts erhebliches dieser Art zum Vorschein. *Tingry* und *Fourcroy* zerlegten zwar mehrere Vegetabilien durch trockne Destillation, ohne aber auf die gasförmigen Producte zu achten, welches auch, wenn es geschehen wäre, nichts genützt haben würde, da sie ermangelten, eine vollständige Verbrennung der Pflanzenkörper zu bewirken **). Gleichwohl äusserten damals mehrere Chemiker Meinungen über die Natur mancher Pflanzenkörper, welche, wenn sie auch eine unrichtige Vorstellung andeuten, wenigstens spätere Untersuchungen vorbereiteten. So schloſs *Deyeux* aus seinen Untersuchungen der Galläpfel, daſs die Gallussäure bloſs aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehe ***); Dr. *Hallé* aus der Verwandlung vegetabilischer und thierischer Substanzen, daſs dieselben durchaus einerlei Bestandtheile zur Grundlage haben ****). *Berthollet*

---

*) *Gehlen's* Journal für Chemie und Physik B. IV. S. 48. fg. wie auch *Gilbert's* Annal. B. XXIX. S. 268. fg.

**) *Crell's* chem. Annalen 1790. II. 68. u. 1794. I. 421.

***) ebend. 1794. I. 42.

****) ebend. 1795. I. 438.

Digitized by Google

stellte Versuche mit dem Alkohol an, die ihn fast auf die Entdeckung des ölerzeugenden Gases geführt hätten *); die eigentliche Entdeckung dieses Gases blieb aber erst den holländischen Chemikern, *Deimann*, *van Trostwyk*, *Bondt* und *Louwrenburgh* vorbehalten **).

Gegen Ende des ersten Jahrzehend dieses Jahrhunderts bereicherten die beiden französischen Chemiker, *Gay-Lussac* und *Thenard*, die Wissenschaft mit einer Reihe sehr sorgfältiger Untersuchungen vegetabilischer und thierischer Körper ***). Die Methode, welche sie befolgten, war folgende: Sie verbrannten die organischen Substanzen, mit Hülfe des überoxydirtsalzsauren (chlorinsauren) Kali, dessen Sauerstoff die vollständige Verbrennung alles Wasserstoffs und Kohlenstoffs bewirkte, in einer verschlossenen gläsernen Röhre von sehr zweckmäſsiger Einrichtung, und fingen die sich entwickelnden gasförmigen Producte über Quecksilber auf. Diese Gasarten analysirten sie dann in *Volta's* Wasserstoff-Eudiometer über Quecksilber, indem der vierte Theil ihres Volumens an reinem Wasserstoffgas zugesetzt, die Gasmischung durch den elektrischen Funken entzündet, und aus der gebildeten Kohlensäure und Wasser, nach Abzug jenes hinzugefügten Wasserstoffgases und des von dem überoxydirtsalzsauren Kali herrührenden Sauerstoffgases, das Verhältniſs der Grundstoffe des zerlegten Körpers berechnet wurde. Auf diese Weise analysirten sie: den Zucker, das Arabische Gummi, die Stärke, den Milchzucker, das Eichenholz, das Büchenholz, die Schleimsäure

*) ebend. 1791. II. 86.

**) ebend. 1795. II. 310.

***) Méthode pour déterminer la proportion des principes, qui constituent les substances végétales et animales, et application de cette méthode à l'analyse d'un grand nombre de ces substances. Présenté à l'Institut le 15 janvier 1810 in

Digitized by Google

säure, die Sauerklee - die Weinstein - die Citronen - die Essigsäure, das Terpenthinharz, den Kopal, das Wachs und das Baumöl, ausserdem noch den thierischen Faser - Eiweiſs - und Käsestoff und die Gallerte.

Aus den Resultaten dieser Analysen leiteten *Gay-Lussac* und *Thenard* die von Ihnen, in Ihrem Schreiben schon berührten drei Gesetze ab:

1) daſs alle Pflanzenkörper, in welchen des Sauerstoffs im Verhältnisse zum Wasserstoff mehr, als im Wasser vorhanden ist, Säuren sind;

2) daſs alle Pflanzenkörper, in welchen des Sauerstoffs im Verhältnisse zum Wasserstoffe weniger, als im Wasser vorhanden ist, harziger, öliger, oder alkoholischer Natur sind;

3) daſs alle Pflanzenkörper, welche Sauerstoff und Wasserstoff genau in eben dem Verhältnisse enthalten, worin sie im Wasser vorhanden sind, weder saurer noch harziger Natur sind, sondern zur Classe des Zuckers, Gummis, der Stärke, des Milchzuckers, der Holzfaser und des krystallisirbaren Stoffs der Manna gehören.

Diese Chemiker setzen hinzu: „Wenn man annimmt, was wir indeſs weit entfernt sind, für wahr zu halten, daſs sich der Wasserstoff und Sauerstoff im Zustande des Wassers vereinigt in den Pflanzenkörpern befindet: so würden die Pflanzensäuren aus Kohlenstoff, Wasser und Sauerstoff; die Harze, Oele, Alkohol und Aether aus Kohlenstoff, Wasser und Wasserstoff; und endlich Zucker, Gummi, Stärke, Milchzucker, die Holzfaser und der krystallisirbare Stoff der Manna bloſs aus Kohlenstoff und Wasser, nach verschiedenen Verhältnissen, bestehen." (Denn diese letztern sechs Pflanzenstoffe enthalten, nach ihnen, den Sauerstoff und Wasserstoff genau in dem Verhältnisse, in welchem sie im Wasser enthalten sind.) „Da nun," fahren sie weiter fort, „alle Pflanzen fast ganz aus Holzfasern, Pflanzenschleim und den ähnlichen Stoffen bestehen, welche Sauerstoff und Wasserstoff genau in dem, im Wasser herr-

Digitized by Google

ser, welches die Pflanzen in dem Acte der Vegetation einsaugen, in dem Innern derselben mit dem Kohlenstoffe zu der Substanz der Pflanze sich verbindet. Vermöchten wir daher, das Wasser und den Kohlenstoff nach allen Verhältnissen mit einander zu vereinigen, und ihre Theilchen einander gehörig zu nähern: so würden wir ohne Zweifel alle Pflanzenkörper, welche auf der Zwischenstufe zwischen den Säuren und Harzen stehen, wie Zucker, Stärke, Holzfaser u. s. f. durch Kunst erzeugen können.

Diesen, von *Gay-Lussac* und *Thenard* aufgestellten, Gesetzen widersprechen die Resultate der analytischen Untersuchungen mehrerer Pflanzenkörper, womit der berühmte schwedische Chemiker *Berzelius* die Wissenschaft bereichert hat*). *Berzelius* fand nämlich das Verhältniſs des Sauerstoffs zum Wasserstoff in der Essigsäure und Gallussäure, sehr nahe so wie in dem Wasser, was dem 1sten und 3ten jener Gesetze widerspricht, und in der Benzoesäure fand er des Sauerstoffs im Verhältnisse zum Wasserstoff viel weniger als im Wasser, was dem 2ten jener Gesetze widerspricht. Diese Abweichungen leitet *Berzelius* von dem Umstande her, daſs *Thenard* und *Gay-Lussac* keine Rücksicht nahmen auf das mit mehreren organischen Körpern verbundene Wasser. Diese Chemiker begnügten sich, diese Substanzen bloſs in der Siedhitze des Wassers zu trocknen, ohne darauf zu achten, ob sie noch Wasser enthalten oder nicht: zieht man diese Wassermenge von ihren Resultaten ab: so stimmen sie im Allgemeinen mit *Berzelius's* Analysen überein.

Später erinnert *Gay-Lussac* selbst, gegen die von ihm und *Thenard* aufgestellte Classification der Pflanzenkörper, daſs sie Ausnahmen zulasse**); daſs es, wenn der Körper, welchen man als ein säuerndes

---

*) *Thomson's* Annals of Philos. Vol. V. P. 178; wie auch *Gilbert's* n. Ann. X. 253.

**) Annales de Chimie Vol. XCI. P. 148. daraus in *Gilbert's* n. Ann. B. XVIII. S. 361. und *Schweigger's* Journ. B. XIV. S. 495. und Ann. de Chim. et de Phys.

Digitized by Google

Princip betrachtet, im Ueberschufs vorhanden ist, nicht hinreichend sey, den Säurecharacter in einer Verbindung zu bestimmen; sondern dafs es noch eines besondern Verhältnisses und einer ganz eigenen Disposition aller die Verbindung constituirenden Molécules bedürfe. Er fand z. B., dafs die Essigsäure und der Holzstoff genau dieselbe Zusammensetzung haben, und doch sind die Eigenschaften beider Pflanzenkörper gar sehr von einander verschieden. Es ist diefs, sagt *Gay-Lussac*, ein neuer Beweis, dafs die Anordnung der Molécules in einem zusammengesetzten Körper den gröfsten Einflufs auf den neutralen, sauern oder alkalischen Character desselben hat. Zucker, Gummi und Stärkmehl gehören gleichfalls hierher; denn diese Stoffe, obgleich aus denselben Elementen und in gleichem Verhältnisse zusammengesetzt, zeigen doch sehr verschiedene Eigenschaften.

Diese von *Gay-Lussac* ausgesprochene Ansicht von dem Einflusse der Anordnung der Molécules (arrangement des molécules, corpuscular arrangement) auf die chemische Beschaffenheit eines organischen Körpers, diese Ansicht, welche ich von mehreren andern ausgezeichneten Chemikern gleichfalls ausgesprochen finde *), erhält, wie ich glaube, nur dann eine bestimmte Deutung, wenn Sie meine Ansicht von der Grundmischung der Pflanzensubstanz, die ich weiter unten entwickeln werde, zum Grunde legen.

Fast gleichzeitig mit *Gay-Lussac* und *Thenard* arbeitete auch *Theodor von Saussure* in diesem Felde der analytischen Chemie, und wenn auch die Anzahl der Untersuchungen, die wir ihm verdanken, nicht sehr grofs ist, so sind sie doch nichts desto weniger von entschiedenem Gewinn für die Wissenschaft. Er klärte die Natur des ölerzeugenden Gases auf, indem er zeigte, dafs es ein wahres Kohlenwasser-

---

*) Vergl. *Hy. Davy* in s. Elem. der Agrikultur-Chemie übers. von *Wolff* S. 145. auch *Gilberts* neue Annal. B. XXIV. S. 377. *Berard* in den Ann. de Chim. et de Phys. T. V. 207. u. s. w.

Digitized by Google

stoffgas ist, welches aber doppelt so viel Kohlenstoff als das gewöhnliche, schon längst bekannte, Kohlenwasserstoffgas enthält *). Er stellte sehr interessante Versuche mit der Stärke, und dem daraus, durch langes Kochen in sehr verdünnter Schwefelsäure, erzeugten Stärkezucker an, wobei er auf analytischem und synthetischem Wege fand, daſs letzterer nichts anderes als eine Verbindung von Stärke mit Wasser in fester Gestalt ist. Er verbrannte die vegetabilischen Substanzen in mit Sauerstoffgas gefüllten gläsernen Röhren, und verpuffte das Gasgemisch in *Volta's* Eudiometer. Auf diese Weise analysirte er ausser der Stärke und dem Stärkezucker, den Weintraubenzucker, den Mannazucker, den Milchzucker, das arabische Gummi und den Tragantschleim. *Saussure* fand zwar in den drei ersten dieser Substanzen den Sauerstoff stets in einem gröſseren als zur Wasserbildung erforderlichen Verhältnisse; allein er glaubt doch nicht, daſs der Ueberschuſs des Sauerstoffs in diesen Pflanzenkörpern groſs genug sey, um jenes 3te Gesetz *Gay-Lussac's* und *Thenard's* zu entkräften; gleichwohl gab ihm die Analyse der drei letzten Substanzen einen ziemlich beträchtlichen Ueberschuſs an Sauerstoff. Und dann bemerkt er noch selbst, daſs die überschüſsigen Mengen von Sauerstoff und auch von Wasserstoff über das elementare Wasser wesentlich gröſser seyn können, als seine Analysen sie ihm gaben, weil die Siedhitze des Wassers, in der er die Pflanzenkörper trocknete, nicht hinreicht, sie vollkommen auszutrocknen und alles Wasser fortzutreiben. Dieses zufällige Wasser ergiebt sich in den Analysen zugleich mit dem elementaren, und macht die Menge desselben im Vergleich mit den übrigen Bestandtheilen zu groſs **).

*) Annales de Chimie Avril 1811; übers. in *Gilberts* n. Ann. XII. 349 fg. Vergl. *Berthollet's* ältere Untersuchungen mit brennbaren Gasarten, die er durch Destillation nasser Kohle und durch Zersetzung von Oel und von Kampher erhalten hatte; ebend. IV. 390 fg. und *Thomson* über das brennbare Gas, welches sich während der Destillation von Torf bildet; ebend. 417 fg.

Digitized by Google

Sie sehen, daſs *Saussure* auf jene Gesetze viel zu halten scheint; indessen da die Resultate seiner und *Berzelius's* Analysen Ausnahmen zulassen, und ihr Urheber selbst an ihrer Allgemeinheit zweifelt: so bleibt uns wohl nichts anders übrig als sie zu verlassen, und zu versuchen, auf anderem Wege die Gesetze in der chemischen Organisation der Pflanzenkörper aufzufinden. Ich will aber, ehe ich Ihnen meine Ansichten hierüber mittheile, fortfahren, die weiteren Arbeiten der Chemiker in unserm Felde zu beleuchten.

Keines Chemikers Gedanken und Meinungen können unsere Aufmerksamkeit mehr spannen, als die des berühmten schwedischen Forschers, der der Verdienste so viele in Aufsuchung der Gesetzmäſsigkeit in den Verbindungen der unorganischen Natur sich erworben. *Berzelius* stellte eine Reihe von analytischen Versuchen mit Pflanzenkörpern an. Sein Verfahren weicht etwas von dem der beiden französischen Chemiker ab. Er bediente sich jedoch wie diese, zur Verbrennung des zu untersuchenden Pflanzenkörpers, des überoxydirt salzsauren (chlorinsauren) Kali, das er aber mit dem neun- bis zehnfachen Gewicht Kochsalz, welches vorher im Platintiegel geschmolzen worden, vermengte, um die Heftigkeit der Verbrennung zu mäſsigen. Der Glasröhre, in welcher die Verbrennung geschah, wurde eine andere mit geglühtem salzsauren Kalk gefüllte, zur Absorption des sich erzeugenden Wassers, angepaſst; das sich entwickelnde Gas wurde in einem mit Quecksilber gefüllten Recipienten aufgefangen, und die Kohlensäure durch ätzendes Kali, in einem genau gewogenen, gläsernen Gefäſse, das sich in dem Recipienten befand, absorbirt. Da *Berzelius* bei mehreren Versuchen, in dem entbundenen Sauerstoffgas auch nicht die kleinste Spur von Kohlenoxydgas entdecken konnte: so geht daraus hervor, daſs die Verbrennung des Kohlenstoffs vollständig erfolgt, und der Pflanzenkörper, mittelst des Sauerstoffs vom überoxydirtsalzsauren Kali, ganz in kohlensaures Gas und Wasser zerlegt worden war; weshalb auch das entbun-

Digitized by Google

durfte. Auf diese Weise bestimmte er den Kohlenstoffgehalt aus dem kohlensauren Gas, den Wasserstoffgehalt aus dem Wasser, und den Sauerstoffgehalt aus diesen beiden Verbindungen und dem überschüſsigen Sauerstoff, nach Abzug desjenigen, der von dem überoxydirtsalzsauren Kali herrührte. *Berzelius* zog es vor, die Menge des kohlensauren Gases dem Gewichte nach zu bestimmen; mir scheint freilich die Bestimmung nach dem Volumen genauer zu seyn; das erzeugte Wasser läſst sich übrigens auf keine andere Weise als durch Wägen schätzen, und es ist hier nur darauf zu sehen, daſs alles genau gesammelt werde. *Berzelius* hat übrigens mehr Sorgfalt als die französischen Chemiker darauf verwendet, alles ausserwesentliche Wasser der vegetabilischen Substanzen zu entfernen, indem er sie in einem Sandbade, unter dem Recipienten der Luftpumpe durch Schwefelsäure, auf die bekannte Art entwässerte. Dadurch hielt sich *Berzelius* für versichert, daſs die Pflanzensubstanzen, besonders wenn sie, wie er häufig that, im gebundenen Zustande, z. B. mit Bleioxyd, angewandt wurden, von allem Wasser befreit werden muſsten. Einige Cautelen, die *Berzelius* theils selbst angiebt, theils aus dem Verfahren sich ergeben, sind übrigens zu beobachten; indeſs die ungemeine Sorgfalt und Genauigkeit, welche alle Arbeiten dieses trefflichen Chemikers auszeichnen, berechtigen uns, die Resultate seiner Analysen, der Wahrheit so viel wie möglich sich nähernd zu betrachten.

So viel, glaubte ich, hier von dem Verfahren *Berzelius's* anführen zu müssen, um wenigstens einigermaſsen die Genauigkeit seiner Resultate beurtheilen zu können. Er analysirte auf diese Weise den Rohrzucker, die Stärke von Erdäpfeln, den Gerbestoff von Galläpfeln, das Mimosen-Gummi, den Milchzucker, die Benzoe-Schleim-Weinstein-Galläpfel-Zitronen-Essig-Bernstein- und Sauerkleesäure. Ich komme nun darauf, Ihnen seine Ansichten von der Gesetzmäſsigkeit in den Mischungsverhältnissen der Pflanzenkörner mitzutheilen.

Digitized by Google

unorganischer Körper, glaubt *Berzelius*, besteht darin, dafs in der unorganischen Natur die Verbindungen der ersten Ordnung allezeit *zweifache* (binäre) sind, und dafs in allen wenigstens einer der Bestandtheile als ein einfaches Atom oder Volumen (als Einheit) auftritt. Die organischen Körper hingegen sind insgesammt Verbindungen aus zwei oder mehreren brennbaren Körpern (Wasserstoff, Kohlenstoff, und, wo thierische Mischung Statt findet, Stickstoff) mit Sauerstoff, der gewöhnlich nur zureicht, einen von ihnen zu oxydiren, und in keiner solchen organischen Verbindung tritt nothwendig eines der Elemente als einfaches Atom oder Volumen (als Einheit) auf. Während also in der unorganischen Natur die gröfstmöglichste Einfachheit in der Zusammensetzung herrscht, werden die Verbindungsgesetze in der organischen immer verwickelter, je mehr die Zahl der Elemente wächst. Gleichwohl folgen die oxydirten Körper organischen Ursprungs, wenn sie sich mit einander oder mit zweifachen (binären) unorganischen Oxyden vereinigen, denselben Gesetzen, die bei Verbindungen unorganischer Körper herrschen; nämlich es ist stets der Sauerstoff in dem einen, ein Vielfaches von dem in dem andern, nach einer ganzen Zahl. *Berzelius* will die organischen Substanzen durchaus nicht betrachten, als Zusammensetzungen aus zwei oder mehreren binären Verbindungen, wie die Neutralsalze und Mineralien sind, sondern als drei- oder vierfache Oxyde, d. h. als Vereinigungen von zwei oder drei brennbaren Radicalen mit Sauerstoff.

Wasserstoff und Kohlenstoff mit Sauerstoff bilden die dreifachen Oxyde des Pflanzenreichs; kommt der Stickstoff hinzu: so entstehen die vierfachen Oxyde des Thierreichs (wiewohl auch der Stickstoff in Pflanzenkörpern gefunden wird, welche thierische Mischung haben). Je vollständiger aber die Organisation wird, desto mehr wächst die Zahl der Elemente; es kommen besonders noch diejenigen hinzu, welche in äusserst kleinen Quantitäten in die Verbindung eingehen. Solche Elemente sind: der Schwefel, Phosphor, das Kalium, Natrium, Calcium, Eisen,

Digitized by Google

worunter er übrigens nicht verstehen will, als seyen sie minder wesentlich für die Beschaffenheit der Körper, als die *primären:* nämlich Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff.

Die Hauptbedingung der organischen Bildung scheint ihm eine elektrochemische Modification in den Elementen zu seyn, welche von der abweicht, die ihnen ursprünglich in der unorganischen Natur zukommt, und in dem Augenblick der Bildung eines organischen Körpers scheint diese neue elektrische Modification zu entstehen, von welcher hauptsächlich dessen chemische Eigenschaften abhängen, wiewohl das Verhältniſs der Elemente nicht ohne Einfluſs seyn wird. Kaum sind aber die Elemente aus dem organischen Körper entfernt: so streben sie ihre ursprüngliche elektrochemische Modification wieder zu gewinnen, und es ist eine Wirkung dieses Bestrebens, welches macht, daſs sie gähren, und daſs sie in Berührung mit Luft und Wasser, und in erhöhten Temperaturen sich zersetzen *).

Der Unterschied, den *Berzelius* zwischen Verbindungen der unorganischen und organischen Natur setzt, scheint mir nicht hinlänglich begründet zu seyn; denn es giebt auch unorganische Verbindungen, in denen nicht nothwendig einer der Bestandtheile als Einheit auftritt: z. B. das basisch schwefelsaure Kupferoxyd besteht, wenn man es nicht aus 1 Atom (nach *Berzelius* Volumen, nach *Richter* sehr passend Massentheil) Schwefelsäure und $1\frac{1}{2}$ Atom Kupferoxyd betrachten will, aus 2 Atomen Schwefelsäure und 3 Atomen Kupferoxyd; worin also weder die Schwefelsäure noch das Kupferoxyd als Einheit auftritt. Ich verweise Sie deshalb, um mich nicht zu weit von unserm Gegenstande zu ent-

*) Experiments to determine the definite Proportions, in which the Elements of Organic Nature are combined. By *Jac. Berzelius* in *Thoms.* Annals of Philos.

Digitized by Google

entfernen, auf den hierüber von *Dalton* und *Thomson* auf der einen und *Berzelius* auf der andern Seite, geführten Streit *).

Die einzige Gesetzmäſsigkeit, welche *Berzelius* in der organischen Natur zu finden glaubt, setzt er in die Vielfache der Sauerstoffantheile in den Verbindungen der organischen Körper; wie er überhaupt alle Gesetzmäſsigkeit in chemischen Verbindungen, wenigstens der Art ihrer Berechnung nach, auf den Sauerstoff bezieht. Wenn *Berzelius* von den bestimmten Verhältnissen in der organischen Natur spricht, und sie auf ihr Verhalten zu unorganischen Körpern bezieht: so sagt dieſs weiter nichts, als daſs die organischen Körper, wenn sie unorganisch werden, den Gesetzen der unorganischen Natur gehorchen; wenn z. B. die Sauerkleesäure mit dem Bleioxyd oder mit irgend einer andern Base sich verbindet: so wird doch wohl Niemand glauben, daſs sie in einer solchen Verbindung als organischer Körper enthalten seyn könne? — Die Sauerkleesäure wirkt hier lediglich als eine Säure, und es ist gleichviel, ob sie mineralischen oder vegetabilischen Ursprungs ist. Jenes Gesetz sagt also durchaus nichts anders, als daſs ein organischer Körper, so wie er aufhört, organisch zu seyn, den Gesetzen der todten oder unorganischen Natur gehorchet; es stellt daher bloſs die Beziehung des Körpers zur Aussenwelt dar. Ich meine, es ist ganz einerlei, ob Luft, Wasser und eine erhöhte Temperatur auf die organischen Körper *zersetzend* einwirken, oder ob unorganische Körper auf *chemischem Wege* sich mit ihnen verbinden: in beiden Fällen nämlich verlieren sie ihr Assimilirungsvermögen, vermöge dessen sie die todte Materie mit ihrer Substanz verbinden; sie legen ihre organische Natur ab und gehorchen den Gesetzen der unorganischen. Und wenn uns auch jenes Gesetz einen Maaſsstab für die Mischung der Pflanzenkörper abgeben könnte: so würde sich dieser doch bloſs auf die wenigen Pflanzenkörper beschränken, die sich

Digitized by Google

mit unorganischen Körpern wirklich chemisch vereinigen lassen; also besonders auf die vegetabilischen Säuren, die nach *Berzelius's* eigener Aeusserung gleichsam den Uebergang von der unorganischen Natur in die organische bilden. Zwar besitzen auch einige andere vegetabilische Substanzen, als Zucker, Milchzucker, Gummi und Stärkmehl diese Fähigkeit; allein alle diese Substanzen sind nur nähere Bestandtheile der Pflanzenkörper, und nach *Berzelius* selbst, keine unveränderlichen, festbestehenden Verbindungen. Wie würde uns endlich jener Maafsstab dienen können, wenn wir das Mischungsverhältnifs einer Pflanze als Einheit ihres Seyns, betrachten wollten, deren nähere Bestandtheile wir nicht kennen, und die, wie oben gezeigt worden ist, auf keine Weise erforscht werden können? — *Berzelius* scheint ein besonderes Gewicht darauf zu legen, dafs der Sauerstoff in einer organischen Verbindung gewöhnlich nur zureiche, einen von den brennbaren Körpern zu oxydiren, und dieser Umstand scheint ihn bewogen zu haben, sich die organischen Körper als zwei- oder dreifache Oxyde zu denken. Mir scheint, wie ich unten darthun werde, dieser Punct nicht von so grofser Bedeutung zu seyn. Ich halte es endlich auch nicht für statthaft, in den Elementen der organischen Körper eine besondere elektrochemische Modification vorauszusetzen, die von der abweicht, die ihnen ursprünglich in der unorganischen Natur zukömmt; denn ich hoffe unten zu zeigen, dafs wir damit ausreichen, eine und dieselbe elektrochemische Modification in beiden Naturreichen anzunehmen: nämlich die, welche auf den rein elektrischen Gegensatz gegründet ist.

Es ist mir nun noch übrig, ehe ich es wage, die Fragen zu beantworten, welche Sie mir vorlegen, die Ansichten einiger anderer Naturforscher von der chemischen Constitution der Pflanzenkörper, etwas genauer zu entwickeln. *Meinecke* sucht wie *Gay-Lussac* und mehrere andere (s. oben S. 35.) die Verschiedenheit organischer Körper, die einander vollkommen gleichen an Zahl und Menge der Bestandtheile, in

Digitized by Google

z. B. die Verschiedenheit der Stärke, des Gummis und des Zuckers, deren Bestandtheile nach den Analysen qualitativ und quantitativ einander völlig gleich sind, zu erklären, denkt er sich die Stärke aus gleichen Antheilen Kohlenstoff und Wasser, das Gummi aus einer Verbindung von gleichen Antheilen ölerzeugenden Gas, Kohlenoxyd und Wasser, und den Zucker aus gleichen Antheilen Kohlenwasserstoff und Kohlensäure, zusammengesetzt. Auf gleiche Weise denkt er sich die Pflanzensäuren, den Alkohol, Aether, das Olivenöl, den Terpenthin und Kopal aus den einzelnen Verbindungen der letzten Elemente der Pflanzenkörper zusammengesetzt *). Schon vor *Meinecke* hat *Th. von Saussure* dargethan, daſs der Alkohol als eine Verbindung aus 61,13 Th. ölerzeugendem Gas und 38,87 Th. Wasser; der Schwefeläther als eine Verbindung aus 80 Th. ölerzeugendem Gas und 20 Th. Wasser betrachtet werden könne **), und von *Döbereiner* entlehnte jener die Ansicht von der Zusammensetzung der Sauerkleesäure, des Zuckers und Alkohols. *Döbereiner* zeigte nämlich, daſs die Sauerkleesäure für eine Verbindung aus Kohlensäure und Kohlenoxyd ***), der Zucker aus Kohlensäure und Kohlenwasserstoff und der Alkohol aus 3 Antheilen Kohlenwasserstoff mit 1 Antheil Kohlensäure, zu halten sey †). Noch bestimmter sprach sich aber dieser Chemiker über die chemische Constitution der organischen Substanzen aus, indem er sagt: „nach meiner Ansicht sind sie *salzartige* Zusammensetzungen einfacher Verbindungen des Kohlenstoffs mit Sauerstoff, Wasserstoff oder Stickstoff in verschiedenen aber bestimmten Verhältnissen ††).“

---

*) Dess. chemische Meſskunst etc. 2ter Th. Halle u. Leipzig 1817. S. 142 — 152.

**) Biblioth. brit. LIV. Dec. 1813.

***) *Schweigger's* Journal (1816) B. XVI. S. 105.

†) ebend. B. XVII. 188.

Digitized by Google

Sie ersehen hieraus, dafs durch die vorhin genannten Chemiker die Möglichkeit dargethan worden, mehrere Pflanzenkörper als Zusammensetzungen aus binären Verbindungen zu denken. Dafs diefs die einzige Ansicht ist, welche uns eine wissenschaftliche Einsicht in die chemische Constitution der Pflanzenkörper darbietet, hoffe ich nun zu zeigen.

Wenn wir eine *chemische* Verbindung zerlegten, und fänden Kalium, Sauerstoff und Schwefel als Bestandtheile: so würde gewifs Niemand zweifeln, dafs diese Verbindung entweder schwefligsaures oder schwefelsaures Kali gewesen seyn müsse. Eben so, wenn wir eine *eigenthümliche* Gasart untersuchten, die aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht: so würden wir sie gewifs für nichts anders halten als für Kohlenoxyd - oder kohlensaures Gas. Wenn wir nun aber einen Pflanzenkörper zerlegen, dessen Bestandtheile Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff sind; wie läfst sich hier denken, dafs die Elemente mit einander verbunden waren? — Wir können uns vorstellen, dafs die Verbindung eine *ternäre* gewesen sey, d. h. dafs keines der Elemente mit dem andern *besonders* verbunden, sondern dafs alle drei zu *einem* Ganzen vereinigt waren. Oder wir können uns vorstellen, dafs immer je einer der Bestandtheile mit dem andern zu einer *binären* Verbindung und diese verschiedenen binären Verbindungen wieder mit einander zu *einem* Ganzen vereinigt waren. Die Analyse, sofern sie uns blofs die Verhältnisse der letzten Elemente giebt, kann hierüber unmittelbar nicht entscheiden; denn das Resultat derselben wird sich stets gleich bleiben, es mögen die Elemente auf diese oder jene Art mit einander verbunden seyn. Allein finden wir, dafs genaue Analysen von Pflanzenkörpern die Elemente in einem solchen Verhältnifse geben, dafs stets je eines derselben mit einem andern, in dem Verhältnisse verbunden gedacht werden kann, welches dem Mischungsverhältnisse entspricht, in dem beide sich wirklich zu einer binären Verbindung vereinigen: so wäre wenigstens diese Ansicht

Digitized by Google

dafs *alle* Pflanzenkörper aus solchen binären Verbindungen zusammengesetzt seyn möchten, ganz folgerecht seyn. Dafs diefs nun bei einigen Pflanzenkörpern der Fall ist, haben Sie oben gesehen, und wollen wir es bei diesen als Gesetz aufstellen: so möchte es wohl mehr als unstatthaft seyn, wenn man dieses Gesetz nicht auch auf alle übrigen Pflanzenkörper ausdehnen wollte. Denn möchte man auch einwenden, jene Pflanzenkörper sind ja nur nähere Bestandtheile der Pflanzen, nicht aber die Pflanzen selbst: so läfst sich darauf erwiedern, was von jedem Theile für sich gilt, mufs doch wohl auch von den zu einem Ganzen verbundenen Theilen gelten; und sofern in den wenigsten Fällen, oder, wie aus dem Obigen erhellet, vielleicht niemals, ein Pflanzenkörper in seine nähern Bestandtheile rein zerlegt werden kann: so mufs die Analyse einer *ganzen* Pflanze, das mittlere Resultat aller ihrer Theile geben, und auch dieses Resultat wird sich unter jener Voraussetzung nach binären Verbindungen ordnen lassen.

So weit leitet uns die Erfahrung; und läge es nicht ausser den Gränzen der Thätigkeit *eines* Menschenlebens: so könnte man an der Hand der Erfahrung die Bestätigung dieser Ansicht auch bei *allen übrigen* Pflanzenkörpern versuchen. Wir haben indefs, wie es mir scheint, festen Fufs gefafst, und es ist wohl nicht eine Verirrung zu fürchten, wenn wir von einem Standpuncte aus, auf den die neuere Chemie uns erhoben, diesen Gegenstand in weitere Erörterung ziehen.

Seitdem wir wissen, dafs die Elektricität mit der Chemie in der nächsten Verbindung steht, ja dafs Elektricität und Chemismus ein und dasselbe sind, ist es uns bekannt, dafs die Verbindung zweier differenter Körper immer durch ein entgegengesetzt elektrisches (polares) Verhältnifs bedingt wird: der negative Sauerstoff verbindet sich mit dem positiven Metall, die negative Säure mit der positiven Base u. s. w. Wir finden, je differenter zwei Körper sind, desto energischer vereinigen sie sich, und das Product ist eine, in *einem festen* und *unveränderlichen* Ver-

Digitized by Google

z. B. mit dem positiven Wasserstoff mit grofser Energie stets zu Wasser in *einem unveränderlichen* Verhältnisse; hingegen je weniger different zwei Körper sind, desto schwächer (leicht zersetzbar) ist auch die Verbindung, und sie kann in mehreren Verhältnissen erfolgen: so vereinigen sich z. B. der Schwefel und Arsenik, zwischen welchen beiden keine sehr intensive Spannung Statt findet, in sehr verschiedenen Mischungs-Verhältnissen, wie *Berzelius* uns neuerdings *) belehrt hat. Vielleicht könnten wir überhaupt den Satz aufstellen, dafs die Anzahl der zwischen zwei Körpern möglichen Verbindungsverhältnisse gewissermaafsen in einem umgekehrten Verhältnisse mit dem Grade ihrer elektrischen Spannung stehe, und vielleicht sind die beiden Polarstoffe, Sauerstoff und Wasserstoff die einzigen, welche sich nur in *einem* Verhältnisse mit einander verbinden; obwohl wir auch zwischen andern elementaren Stoffen, wie z. B. zwischen Wasserstoff und Stickstoff nur ein einziges Verbindungsverhältnifs kennen. Dafs dieser Satz von wichtiger Bedeutung wäre, wenn er zum Gesetz erhoben werden könnte, indem wir dann die elektrische Spannung zwischen zwei Körpern aus der Anzahl ihrer Verbindungsverhältnisse bestimmen könnten, werden Sie mir zugeben; doch ich spreche ihn hier blofs als Vermuthung aus.

Gemäfs der elektrischen Spannung verbinden sich stets nur *je zwei* Körper mit einander; diefs ist, so weit das Gebiet der unorganischen Chemie sich erstreckt, wohl eine ausgemachte Thatsache; denn wenn wir auch, wie z. B. bei den Doppelsalzen, drei Körper mit einander verbunden finden: so ist bekanntlich eine solche Verbindung nicht anders als eine Vereinigung *binärer* Verbindungen zu betrachten, und auch Verbindungen aus drei elementaren Stoffen, welche nicht auf ähnliche Weise wie die Doppelsalze verbunden sind, müssen doch immer so betrachtet werden, dafs je zwei davon mit einander, und diese Verbindung aus zweien wieder mit dem dritten Stoff vereinigt ist. Wir dürfen über-

Digitized by Google

haupt nicht vergessen, daſs gemäſs jener elektrischen Spannung, Verbindungen erfolgen, gleichviel ob einer der Bestandtheile schon eine Verbindung darstellt oder einfach ist.

In der organischen Natur finden wir, wenn ein Körper die reine Pflanzenmischung hat, stets drei Elemente, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff mit einander verbunden; es entsteht daher die Frage: ist es vielleicht das Eigenthümliche der Pflanzenkörper, daſs hier stets drei Körper mit einander in Verbindung treten, welche durch eine besondere elektrochemische Modification bedingt ist, oder sind auch hier immer nur je zwei Körper mit einander verbunden? — Von dem elektrochemischen Standpunkte aus, läſst sich die Möglichkeit der erstern Annahme nicht wohl einsehen; denn sofern eine jede chemische Verbindung durch ein polar - elektrisches Verhältniſs bedingt ist, kann sie nur zwischen *zwei* Körpern möglich seyn. Wir wollen z. B. annehmen, der Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff treten in irgend einer Form zu einer chemischen Verbindung zusammen: so wird zwischen dem Sauerstoff und Wasserstoff ein solches elektrochemisches Verhältniſs Statt finden, daſs der erstere — E, der andere + E ist; der Kohlenstoff hingegen wird in Beziehung auf den negativen Sauerstoff + E, und in Beziehung auf den positiven Wasserstoff — E seyn; da er aber unmöglich beides zugleich seyn kann: so kann er nicht ungetheilt in die Verbindung eingehen; sondern er wird sich theilen, und der eine Theil mit + E mit dem Sauerstoff, und der andere mit — E mit dem Wasserstoff, binäre Verbindungen bilden.

Sonach könnte also, wenn Sie meine Schlüsse zugeben, ein Körper von vegetabilischer Mischung nur aus den binären Verbindungen, welche nach den bisherigen Erfahrungen, zwischen Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff Statt finden können: nämlich aus *Wasser*, *Kohlenoxydgas*, *kohlensaurem Gas*, *ölerzeugendem Gas*, und *Kohlenwasserstoffgas* gebildet werden.

Digitized by Google

gebildet; ich behaupte aber nicht, er *besteht* aus ihnen; denn beides scheint mir von einander unterschieden werden zu müssen. Von den Bestandtheilen eines Pflanzenkörpers kann man wohl nur in chemischer Beziehung sprechen; so wie aber die Elemente zu einem zusammengesetzten Körper vereint, ein organisches Ganzes darstellen, hört er auf, ein chemisches Product zu seyn: die todte Materie ist lebendig geworden, und mit dem Leben verschwinden alle chemische Verhältnisse in der Einheit *einer* Substanz. Der Uebergang aus dem Unorganischen in das Organische kann aber nicht *unmittelbar* erfolgen; denn so fern das Unorganische dem Organischen entgegengesetzt gedacht wird, mufs ein Mittelzustand existiren, in welchem die chemischen Verhältnisse im Verschwinden begriffen sind; ein Zustand also, der gleichsam als der Indifferenzpunct zwischen dem Unorganischen und Organischen zu setzen ist. Dieser Zustand hat hier dieselbe Bedeutung, wie ein Zeitdifferential der Bewegung in der Dynamik; denn er kann nicht als ein dauernder betrachtet werden: in ihm sind noch die elektrochemischen Verhältnisse, so wie sie sich in der ganzen Natur offenbaren, wirksam; zugleich beginnt aber auch der Selbstbestand des Lebens. Man kann daher in diesem Mittelzustande die sich organisirende Materie sowohl von chemischer als physiologischer Seite betrachten; von jener betrachtet, kann sie aber dann nur unter der Form binärer Verbindungen gedacht werden; denn sie wird durch den elektrochemischen Gegensatz bedingt. Es ergiebt sich hieraus, dafs von den Bestandtheilen der Pflanzenkörper nur im uneigentlichen Sinn die Rede seyn kann; wir können daher auch nur sagen, die Pflanzenkörper lösen sich in binäre Verbindungen auf, bilden sich daher wohl auch aus ihnen, (mag man sich dieselben, wenn es bequemer scheint, auch als Nahrungsmittel des lebendigen Körpers denken), nicht aber sie bestehen aus ihnen.

So wie wir hier die Synthese der Pflanzenkörper, oder mit andern

Digitized by Google

Materie verfolgen. Es kann hier eben so wenig wie dort ein unmittelbarer Uebergang Statt finden: die Analyse des Pflanzenkörpers, sey es nun die von selbst durch den Procefs der Fäulnifs und Verwesung erfolgende, oder die auf künstlich chemischem Wege bewirkte, mufs ebenfalls in herabsteigender Linie jenen Mittelzustand durchlaufen, in welchem die elektrochemischen Verhältnisse in Wirksamkeit treten, und binäre Verbindungen darstellen, die wirklich als die bekannten Producte der Entmischung zum Vorschein kommen, während das organische Leben schwindet.

Sie sehen, dafs meine aus dem elektrochemischen Standpuncte abgeleiteten Ansichten ganz mit denen *Cavendish's* (nach dem damaligen Standpuncte der Wissenschaft) und *Döbereiner's* zusammenfallen. Ich glaube übrigens die Grenzlinie gezogen zu haben, so weit die Chemie in die organische Natur eingreift, und wo sie von dem Schauplatze ab, und die Physiologie im engern Sinn an ihre Stelle tritt.

Es ist mir nun, ehe ich diesen Gegenstand auf mathematischem Wege weiter verfolge, noch übrig zu sprechen: 1) von den binären Verbindungen des Stickstoffs mit den andern Elementen; denn obgleich ich mich in gegenwärtiger Untersuchung blofs auf diejenigen Substanzen beschränke, welche von rein vegetabilischer Mischung sind: so kann ich, da der Stickstoff zur Mischung mehrerer Pflanzenkörper gehört, doch nicht umgehen, über seine binären Verbindungen meine Ansichten Ihnen mitzutheilen; 2) von denjenigen Bestandtheilen in den Pflanzenkörpern, welche in äufserst geringen Mengen in denselben angetroffen werden, aber nicht minder wesentlich für die chemische Constitution derselben zu seyn scheinen.

Der Stickstoff geht bekanntlich 5 Verbindungen mit dem Sauerstoff ein, welche sind: atmosphärische Luft, oxydirtes Stickgas, Salpetergas, salpetrige Säure und Salpetersäure, wozu nach den neuen Beobachtungen *Gay-Lussac's* *) noch eine zweite salpetrige Säure hinzukommt. Mit

*) *Gilbert's* n. Ann. XXVIII. 43. und *Schweigger's* Journ. XVII. 237.

Digitized by Google

dem Wasserstoff verbindet sich der Stickstoff, so viel wir wissen, blofs zu Ammoniak. *Gay-Lussac* war der erste, der uns mit einer Verbindung des Stickstoffs mit Kohlenstoff bekannt machte, welche die Basis der Blausäure oder das Cyanogen ist*). Ebenderselbe fand eine andere Verbindung beider Elemente, in welcher der Kohlenstoff $1\frac{1}{2}$mal so viel beträgt, als in jener; er nannte sie Azoture de Carbone**). *Döbereiner* hält die thierische Kohle ebenfalls für eine eigene Verbindung aus Stickstoff und Kohlenstoff, worin letzterer 2mal so viel beträgt als in der vorhergehenden***). Endlich *von Grotthufs* fand in der Anthrazothionsäure (Schwefelblausäure) den Stickstoff und Kohlenstoff wieder in einem andern Verhältnisse, nämlich letzteren nur halb so viel betragend als in dem Cyanogen****)

Wir ersehen hieraus, dafs durch das Hinzutreten des Stickstoffs die Zahl unserer binären Verbindungen sich beträchtlich vermehrt. Allein ich bin der Meinung, dafs alle Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff hievon ausgeschlossen werden müssen, und zwar aus folgenden Gründen: Man hat, wie uns bekannt ist, noch aus keinem einzigen stickstoffhaltigen organischen Körper durch Verbrennung Salpetersäure oder irgend eine andere Verbindung des Stickstoffs mit Sauerstoff erhalten; sondern stets Ammoniak im kohlensauren Zustande, und häufig, doch nicht bei allen Substanzen, gegen das Ende des Processes Blausäure, wie diefs namentlich bei der Salmiak- und Berlinerblau-Bereitung der Fall ist. Es geht hieraus hervor, dafs der Stickstoff sich blofs zwischen dem Wasserstoff und Kohlenstoff theilt, und vielleicht findet es auch bei den übrigen Elementen Statt, dafs sich jedes nur immer zwi-

---

*) *Schweigg r's* Journ. XVI. 18. und *Gilbert's* n. Ann. XXIII. 25.

Digitized by Google

schen zweien theilt. Man weifs ferner, dafs die Salpetersäureerzeugung in den Salpeterplantagen erst dann beginnt, wenn der Fäulnifsprocefs der organischen Substanzen beendigt ist, und die Verwesung eintritt; also erst dann, wenn diese Substanzen ihrer organischen Structur und grofsentheils ihrer flüchtigen Bestandtheile beraubt worden. Alle Umstände, welche die Fäulnifs und Verwesung begünstigen, als der freie Zutritt der atmosphärischen Luft, ein gewisses Maafs von Wärme und Feuchtigkeit, nehmen unmittelbar Antheil an der Erzeugung der Salpetersäure. Eine wesentliche Bedingung für diesen Procefs ist ferner die Gegenwart alkalischer und kalkerdiger Substanzen, und nach *Vauquelin* dienen dieselben nicht blofs dazu, der sich bildenden Salpetersäure eine Basis darzubieten, sondern sie sind unumgänglich nöthig, um die Vereinigung der Elemente der Säure zu bewirken, indem sie gleichsam ein Vermögen aus den stickstoffhaltigen Substanzen entwickeln, wodurch erst die Verbindung des Stickstoffs mit dem Sauerstoff bestimmt wird.

Aus allem diesem folgt, dafs die Salpetersäure als das letzte Product aus den organischen Substanzen und mehreren äufsern Agentien betrachtet werden müsse, und ein solches Product kann man unmöglich für eine binäre Verbindung halten, aus der organische Körper sich bilden. Da diese Säure noch überdiefs so zerstörende Wirkungen auf alle organischen Substanzen ausübt: so läfst sich nicht wohl denken, dafs sie auf eine andere Weise als durch ein Alkali neutralisirt in ihnen vorkommen könne. In diesem Zustande, nämlich als salpetersaures Kali, wurde sie auch schon von *Lemery* *) im J. 1717, und nachher von mehreren andern Chemikern in verschiedenen Pflanzen entdeckt. Nach *Klaproth* macht der Salpeter oft zufällig einen Bestandtheil mancher Pflanzen aus: so fand er in dem eingekochten Safte der Runkelrüben, die auf einer Stelle, wo ein Schaafstall gestanden hatte, gebaut worden waren, eine reichliche Menge Salpeter. Dieser Umstand beeinträchtigt aber das oben

Digitized by Google

gesagte ganz und gar nicht; denn da wir weder das Entstehen noch Bestehen der secundären Bestandtheile der Pflanzenkörper kennen: so können wir auch nichts über ihre Anordnung in denselben sagen.

Wenn wir aber nun die Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff ausschliefsen: so bleiben uns blofs die binären Verbindungen des Stickstoffs mit Wasserstoff und Kohlenstoff übrig. Was die letzteren betrifft: so sind wir damit noch nicht im Reinen, und ehe sie nicht genau dargestellt und zerlegt worden sind, läfst sich nichts über ihre Anordnung in den organischen Körpern von thierischer Mischung vorbringen; indefs hoffe ich, dafs wir von diesem Ziele nicht sehr weit mehr entfernt seyn werden.

Was nun noch die Bestandtheile der Pflanzenkörper betrifft, welche in so äufserst geringen Quantitäten in denselben gefunden werden, so haben mehrere geschätzte Chemiker über ihr Entstehen und Bestehen, Untersuchungen angestellt, und ich glaube, es wird nicht an unrechter Stelle seyn, die Resultate derselben hier darzulegen.

Schrader, veranlafst durch die bekannte Preisaufgabe der Berliner Akademie, stellte folgende Versuche an*). Er liefs in Schwefelblumen, und ein andermal in mit Baumwolle gefüllten Töpfen, mehrere Getraidearten wachsen, und fand in den gewachsenen Halmen eben so viel erdige Bestandtheile als in denjenigen, welche in gewöhnlichem Erdreiche vegetirten. Roggenkörner liefs er in Schaalen von Berliner Sanitätsgeschirr vegetiren, indem er sie von Zeit zu Zeit mit dest. Wasser, das reichlich mit Kohlensäure angeschwängert war, begofs. Die Körner erlangten im Durchschnitt eine Höhe von 6 — 10 Zoll, und der ganze Inhalt der Gefäfse eingeäschert, zeigte eine beträchtliche Zunahme an erdigen Bestandtheilen. *Hassenfratz* stellte Untersuchungen**) über das Wachsen der

Digitized by Google

Pflanzen im Wasser an, und schloſs daraus, daſs das Wachsthum derselben bloſs eine Vermehrung des Wassers, des Sauerstoffs und Wärmestoffs sey. *Saussure* d. J. *) fand häufig Erden in Pflanzen, welche nicht im Pflanzenboden waren, und diesen durch das Wachsthum der Pflanzen öfters so verändert, daſs er darin Erden antraf, welche weder vorher in ihm zu finden, noch auch nachher in den Pflanzen enthalten waren. *Braconnot* **) säete Senfkörner in Bleiglätte, Schwefelblumen und Schrot, und begoſs sie häufig mit dest. Wasser. Sie wuchsen, blühten und lieferten gut ausgebildete Schoten. Die Pflanzen gaben beim nachherigen Einäschern beträchtlich viel erdige Theile. Eben so lieferten Radiese (Raphanus sativus), die in Fluſssand eingesäet wurden, Radiespflanzen, die eingeäschert eine beträchtliche Menge Pottasche, und einige andere Salze gaben. *Vauquelin* ***) ist zwar der Meinung, daſs es gewisse erdige Substanzen giebt, welche unverändert aus dem Boden, in welchem sie enthalten sind, in die Gewächse übergehen; allein er giebt doch zu, daſs auch andere in den Gewächsen sich erst bilden.

Da man in den meisten dieser Versuchen die erdigen Bestandtheile nicht vom Pflanzenboden ableiten kann: so bleibt nichts anders übrig, als ihre Entstehung dem Vegetationsproceſs selbst zuzuschreiben. Wie kann man, bemerkt *Schrader* sehr richtig, die Pflanze, da sie ein mit Lebenskraft begabter Körper ist, bloſs für eine hydraulische Maschine halten, worin mechanische Operationen Statt finden, so wie wir dieselben ausser dem lebenden organischen Körper kennen. Sollten die Pflanzengefäſse rohe zusammengesetzte Nahrungsmittel, z. B. ein erdehaltiges Wasser, oder Erden durch Kohlensäure im Wasser gelöst aufnehmen? —

*) Vom Einflusse des Bodens auf die Bestandtheile der Pflanzen, in *Scherer's* Journ. d. Chem. B. IX. S. 644. fg.

**) Untersuchungen über die Assimilirungskraft der Gewächse in *Gehlen's* Journ. für Chem. und Phys. B. IX. S. 150. fg.

Digitized by Google

Mehrere Versuche beweisen, daſs dieſs nicht so seyn könne. *Duhamel* und *Senebier* fanden, daſs Wasser, welches fremdartige Substanzen aufgelöst enthält, zur Unterhaltung des Wachsthums sich nicht gut eigne, sondern denselben aufhalte. *Hales*, *Touvenel*, *Kraft*, *Alston* und mehrere Naturforscher haben vergebens versucht, andere Flüssigkeiten zur Ernährung der Pflanzen anzuwenden, oder dem Wasser, das dazu dienen sollte, verschiedene Salze zuzusetzen; sie konnten nur in reinem Wasser die Pflanzen erhalten, und auch bei der Analyse derselben, die angewandten Salze nicht wieder finden. *Schrader* *) begoſs sehr häufig Roggenkörner, die in einem mit gewöhnlicher Gartenerde gefüllten Gefäſs gesäet waren, mit kohlensaurem dest. Wasser, worin so viel Baryt, als es aufnehmen konnte, aufgelöst war. Nachdem die Halme lange genug vegetirt hatten, schnitt er sie ab, äscherte sie in einem Silbertiegel ein, und prüfte die Asche auf Baryt; allein es zeigte sich auch keine Spur davon. *Braconnot* **) vermochte nie Dinte, in welcher Samen keimten, in die Gefäſse der Pflanzen aufzuführen.

Wenn uns auch diese Versuche überzeugen, daſs durch den Vegetationsproceſs erdige oder feuerbeständige Stoffe in den Pflanzen erzeugt werden: so bleibt uns doch noch zu untersuchen übrig, ob jene Bestandtheile schon vor der Verbrennung in den Pflanzen existiren oder ob sie ein Product der Verbrennung sind. *Schrader* meint, niemand wird wohl vermuthen, daſs sie Producte der Operation des Verbrennens und Einäscherns seyn können. Allein *Gehlen* ***) erinnert dagegen sehr richtig, daſs sich gegen die Möglichkeit dieser Annahme nicht das Geringste einwenden lasse; denn so wie nach *Schrader's* eigener Annahme, diese erdigen Stoffe einem organisch-chemischen Prozeſs ihre Entstehung verdanken; eben so gut können sie auch in einem bloſs chemi-

---

*) a. o. a. O.

**) a. o. a. O.

Digitized by Google

schen erzeugt werden. Schon *Jngenhousz**) hielt es für höchst wahrscheinlich, daſs sie mit Hülfe des Feuers, aus dem Wasser- und Stickstoff, (ohne Zweifel wegen der analogen Zusammensetzung des Ammoniaks) gebildet werden können.

Mir scheint die Beantwortung dieser Frage einen doppelten Gesichtspunct zuzulasssen. Es kann nämlich erstens die Rede seyn von den feuerbeständigen Stoffen, welche in den Pflanzensäften mit irgend einer Pflanzensäure verbunden sich befinden, und zweitens von denjenigen, die in der Pflanzensubstanz selbst als integrirende Bestandtheile enthalten seyn sollen. Was das erstere betrifft: so ist wohl schon nach der Analogie zu schlieſsen, daſs, so wie sehr viele Pflanzensäfte freie Säure (Pflanzensäuren) zeigen, andere eben so gut den Gegensatz derselben, d. i. Alkalien enthalten können; und dieſs hat auch aufs Neue *Peschier*, ein Apotheker zu Geneve**) dargethan. Dieser schied nämlich aus den Säften des Zuckerrohrs, der rothen Rübe, der Weintraube u. s. w. mittelst Magnesia Kali ab; er irrt aber, wenn er glaubt, daſs die Hypothese von der Erzeugung des Kali während der Verbrennung schon längst für grundlos erklärt worden; wenigstens beweisen seine Versuche nichts dafür und nichts dagegen. Nur dann könnten sie als Beweise gelten, wenn *Peschier* die nach mehrmaligem Auskochen übrig gebliebene Pflanzensubstanz eingeäschert, und in dem Rückstande Kali oder nicht mehr gefunden hätte.

---

*) *Scherer's* Journ. d. Chem. B. I. S. 532.

**) Annales de Chim. et de Phys. T. IX. P. 99. Vor kurzem hat die holländische Societät d. W. die Preisfrage aufgegeben: Welches ist der Ursprung der Pottasche, die man aus der Asche der Bäume und Pflanzen erhält u. s. w. Die Beantwortung dieser Frage von *John* ist mir aber nicht zu Gesichte gekommen. S. *Schw.* J. B. XIX. S. 95. Vergl. einige andere von derselben Societät aufgegebenen, mit unserm Gegenstande in naher Beziehung stehenden Preisaufgaben,

Digitized by Google

Die Vorstellung, dafs die erdigen Bestandtheile der Pflanzen, Producte der Verbrennung und Einäscherung seyen, ist nach meiner Ansicht keineswegs unhaltbar; denn eben so wenig als wir uns denken können, dafs die binären Verbindungen, welche wir erhalten, wenn wir organische Körper auf trocknem Weg zerlegen, als *solche* in dem lebenden Körper existiren; eben so wenig können wir annehmen, dafs die erdigen Bestandtheile, welche sich nach gänzlicher Zerstörung der Pflanzenkörper vorfinden, als solche in ihnen schon vorhanden waren. Die organischen Körper haben nach meiner Meinung eben das Eigenthümliche, dafs sie keines der Producte, die sich nach ihrer chemischen Zerlegung darstellen, so lange sie organisch sind, als solches enthalten, sondern dafs in ihnen alle durch das Leben zur Einheit des Seyns verbunden sind.

Diefs mag übrigens seyn wie es will, so müssen wir uns immer noch die Frage aufwerfen: aus welchen Elementen erzeugen sich die erdigen Bestandtheile? —

Schon *Fourcroy* sprach die Vermuthung aus, dafs die alkalischen Substanzen Stikstoff enthalten möchten. *Van Mons**) und *Curadeau***) glaubten das Kali in Stickstoff und Wasserstoff wirklich zerlegt zu haben. Allein allen den von diesen beiden Chemikern angestellten Versuchen geht die nöthige Bestätigung ab, und man kann eigentlich blofs analogisch schliefsen, dafs die feuerbeständigen Alkalien, wie das Ammoniak aus Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt seyen. Durch *Hy. Davy* wurde endlich das Kali in einen Metallkörper und Sauerstoff wirklich zerlegt, und gegenwärtig wissen wir, dafs die beiden feuerbeständigen Alkalien so wie alle Erden nichts anders als Metalloxyde sind. Da uns nun, was die Zerlegbarkeit der Metalle betrifft, die Erfahrung durchaus verläfst:

Digitized by Google

läſst: so müssen wir uns bloſs mit einigen Vermuthungen über die mögliche Entstehung derselben aus den Elementen der Pflanzenkörper begnügen. Da es nicht wahrscheinlich ist, daſs die Metalle ausser dem Sauerstoff, den sie aufnehmen, auch in ihrer Mischung denselben enthalten: so bleiben uns bloſs der Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff als mögliche Elemente dieser Körper übrig; und man muſs annehmen, daſs sich dieselben entweder aus allen dreien, oder aus je zweien, oder aus nur einem dieser Elemente bilden.

Nach *Kirwan's* bekannter Hypothese sind das Phlogiston der Alten und das Wasserstoffgas identisch; wenn man daher nach der Ansicht der Phlogistiker, das Phlogiston als ein allen brennbaren Körpern, und mithin auch den Metallen gemeinsames Wesen betrachtet *): so könnte man nach jener Vorstellung den Wasserstoff für einen, allen Metallen gemeinsamen Bestandtheil halten, und da der Wasserstoff und die Metalle einen hohen Grad von Brennbarkeit mit einander gemein haben, so ist auch diese Hypothese nicht für ganz unzuläſsig zu nehmen. Und wenn sich, wie der Engländer *Prout* **) gefunden hat, bestätigen sollte, daſs die Verhältniſszahl des Wassserstoffs ein gemeinschaftliches Maaſs der Verhältniſszahlen aller übrigen, für einfach gehaltenen Körper, und mithin auch der Metalle ist, oder mit andern Worten, daſs die Verhältniſszahlen der letzteren, Vielfache von der Verhältniſszahl des Wasserstoffs sind ***): so gewinnt diese Hypothese sogar Wahrscheinlichkeit; und man könnte, wie *Prout* meint ****), in dem Wasserstoff, die πρώτη ὕλη der Alten, d. h. in ihm denjenigen Urstoff erkennen, aus dem sich alle übrigen Stoffe erzeugen. Wenn es erlaubt ist, diese Hypothese weiter zu verfolgen: so könnte man also annehmen, daſs das Kalium aus 40,

*) Vergl. *Hy. Davy* in *Schweigg.* Journ. B. V. S. 357 fg.

**) *Thomson's* Annals Vol. VI. P. 321. fg. s. auch meine Stöchiometrie §. 54.

***) Vergl. übrigens meine Bemerkungen a. o. a. O. S. 183.

Digitized by Google

das Natrium aus 24, das Calcium aus 20, das Eisen aus 28, das Mangan aus 56, der Schwefel aus 16 und der Phosphor aus 14 Verhälnifstheilen (Massentheilen, Atomen) Wasserstoff bestehe, und dafs folglich durch den Verbrennungsprocefs der organischen Substanzen, aus dem Wasserstoff und Sauerstoff die erdigen Bestandtheile derselben erzeugt werden, und entweder als Oxyde oder als Neutralsalze, d. i. in beiden Fällen unter der Form binärer Verbindungen, wie die übrigen Producte der Verbrennung, zum Vorschein kommen.

An sich trägt diese Hypothese nichts Widersprechendes in sich; denn so wie die fast unzählige Verschiedenheit der Pflanzenkörper blofs von dem verschiedenen Verhältnisse der Grundstoffe, oder nach unserer Ansicht, von der verschiedenen Anordnung der binären Verbindungen, und wahrscheinlich von dem verschiedenen Grade der Verdichtung derselben abzuhängen scheint: so könnte wohl auch die Verschiedenheit der, für einfach gehaltenen, brennbaren Körper blofs von der verschiedenen Verdichtung eines und desselben Grundstoffs, nämlich des Wasserstoffs abhängen. Alle erdigen Bestandtheile der Pflanzenkörper würden daher nach dieser hypothetischen Ansicht, nichts anders als ein durch verschiedene Verhältnisse der Grundstoffe modificirtes Wasser seyn. Und so kämen wir zur Lehre des *Thales* und der frühern philosophischen Schulen, dafs das Wasser das productive Element sey, die Substanz, aus welcher alle irrdische Körper hervorgegangen sind, und in welche sie endlich zurückkehren werden, wieder zurück.

In Beziehung auf die Bestandtheile der Pflanzenkörper suchten bekanntlich mehrere Naturforscher, als *van Helmont* *), *Boyle* **), *Eller* ***),

---

*) Opp. Francof. 1682. 4. p. 104.

du Hamel *), *Bonnet* **), *Hofmann* ***), *Braconnot* †) und *von Crell* ††) diefs durch viele Versuche zu beweisen; wobei jedoch auch *Th. v. Saussure's* †††) Untersuchungen zu vergleichen sind.

Alle Bemühungen, mit diesem Gegenstande ins Reine zu kommen, werden wahrscheinlich noch lange fruchtlos bleiben; wir können daher bei dem Versuch einer gesetzmäfsigen Anordnung der Elemente der Pflanzenkörper, wenig Rücksicht auf jene erdigen Bestandtheile nehmen; obwohl zu erwarten ist, dafs sie nach den Werthen ihrer Verhältnifszahlen in den Pflanzenkörpern geordnet seyn werden.

Viel zu thun ist uns also noch übrig, ehe wir zur genauen Kenntnifs von der chemischen Constitution der Pflanzenkörper gelangen: jeden Beitrag, wenn er auch noch so gering ist, müssen wir daher mit Dank annehmen. Nächst dem, was auf analytischem Wege noch zu leisten ist, das schon allein ein Menschenleben bei weitem übersteigt, glaube ich, dafs auch eine andere Reihe von Untersuchungen uns zu nicht uninteressanten Resultaten führen möchte. Sie wissen, dafs *Gay - Lussac* das Gesetz für die Raumverbindungen der gasförmigen Körper aufgefunden

*) Physique des arbres T. II. p. 198.

**) Mem. presentés T. I. p. 420.

***) Ueber das Wachsthum der Pflanzen in reinem Wasser, in *Gren's* Journ. d. Physik. J. 1791. B. III. S. 10.

†) Untersuchungen über die Assimilirungskraft der Gewächse in *Gehlen's* Journal für Chem. und Physik. IX. 130. fg.

††) Ueber die in Kieselerde wachsenden, und durch blofses Wasser genährten Pflanzen, und über die Kohle, welche sich darin findet, ebend. IX. 156. fg.; und Versuche über die Erzeugung des Kohlenstoffs in wachsenden Pflanzen, in *Schweigger's* Journ. für Chem. und Phys, II. 281.

†††) Recherches chimiques sur la végétation s. *Gehl.* neues Journ. der Chem. IV. 659. fg.

Digitized by Google

hat *); es ist Ihnen bekannt, dafs diese Verbindungen nach sehr einfachen Zahlverhältnissen erfolgen. Sollten nicht auch die organischen Körper, die alle aus Elementen bestehen, oder nach unserer Ansicht aus binären Verbindungen sich bilden, welche für sich im gasförmigen Zustande existiren, oder doch in einen solchen leicht versetzt werden können, einem ähnlichen Gesetz gehorchen, d. h. sollte nicht der Grad der Verdichtung, den sie erleiden, indem sie sich verbinden, aus einem sölchen Gesetz abgeleitet werden können? — Diese Untersuchungen setzen eine genaue specifische Gewichtsbestimmung der organischen Substanzen voraus: aus dieser und aus der genauen Kenntnifs des Verhältnisses der Elemente wird sich dann leicht finden lassen, was wir suchen. Es ist aber für sich klar, dafs solche specifische Gewichtsbestimmungen nicht auf gewöhnliche Weise durch Abwägen im Wasser bewerkstelliget werden können. Ich habe mir zu diesem Behufe ein einfaches Instrument ausgedacht, durch dessen Hülfe man, wie mir scheint, möglichst genaue Resultate erhalten kann; an einem andern Orte werde ich mehr hierüber sagen. Wir sollten nach meiner Meinung, unabläfsig bemüht seyn, Gröfsenverhältnisse, wo sie auch immer in der Natur vorkommen, zu erforschen; der Lohn unserer Bemühungen würde gewifs nie ausbleiben; denn die Natur schafft und wirkt nie gesetzlos.

*) *Gilbert's* n. Ann. B. VI. S. 6. fg.

Digitized by Google

image
not
available

Digitized by Google

Bischof an den Präsidenten Nees von Esenbeck.

Ich habe in meinem Schreiben an Sie, wovon Sie dieses als Fortsetzung betrachten mögen, Ihnen nicht nur die Ansichten der Chemiker über die chemische Constitution der Pflanzenkörper, sondern auch meine eigene vorgelegt. Lassen wir nun die Mathematik als Vermittlerin zwischen Erfahrung und Spekulation eintreten, damit sie uns die Gesetze in den Verbindungen der Elemente zu organischen Körpern verkünde.

Da ich annehme, dafs die Pflanzenkörper aus binären Verbindungen der Elemente gebildet werden: so können sich, nach dem gegenwärtigen Standpuncte unserer chemischen Kenntnisse, aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, folgende *fünf* binäre Verbindungen bilden: *Wasser* aus Sauerstoff und Wasserstoff, *Kohlenoxydgas* aus Sauerstoff und Kohlenstoff, *Kohlensäure* aus denselben, *Oelerzeugendes Gas* aus Wasserstoff und Kohlenstoff, *Kohlenwasserstoff* aus denselben. Da nun nach den stöchiometrischen- oder Aequivalententafeln, die Verhältnifszahlen

des Sauerstoffs = 8
des Wasserstoffs = 1
des Kohlenstoffs = 6 *)

*) Die in meiner Stöchiometrie S. 334. berechneten stöchiometrischen Werthe weichen zwar etwas weniges davon ab, indem sie dort sind

Sauerstoff = 1 oder 8
Wasserstoff = 0,1327 oder 1,0616
Kohlenstoff = 0,7539 oder 6,0312

man wird aber in der Folge sehen, dafs, so fern auch die obigen Zahlen nicht vollkommen genau seyn sollten, nicht sehr viel darauf ankömmt. Die Rechnungen, welche sich auf diese Zahlen gründen, würden indefs ungeheuer

Digitized by Google

so werden die Verhältnifszahlen jener binären Verbindungen seyn, nämlich die Verhältnifszahl

des Wassers =	8 + 1 = 9
des Kohlenoxyds =	8 + 6 = 14
der Kohlensäure =	2 . 8 + 6 = 22
des Oelerzeugenden Gases =	1 + 6 = 7
des Kohlenwasserstoffgases =	2 . 1 + 6 = 8

und diese binären Verbindungen werden sich nach den Gewichtsverhältnissen dieser Zahlen unter einander vereinigen *) Allein da zwischen diesen binären Verbindungen keine grofse elektrische Spannung Statt findet: so werden nach dem, was ich oben S. 47. bemerkt habe, zwischen denselben mehrere Verbindungsstufen möglich seyn, d. h. ein Verhältnifstheil (Massentheil, Atom) der einen binären Verbindung wird 1, 2, 3, u. s. w. Verhältnifstheile (Massentheile, Atome) von jeder der übrigen binären Verbindungen aufnehmen.

Wie grofs die Anzahl der Verhältnifstheile seyn mag, die in irgend einen Pflanzenkörper eingehen, läfst sich a priori nicht bestimmen; erwägen wir aber, dafs bei manchen Verbindungen in der unorganischen Natur, zwischen oft sehr differenten Körpern, z. B. zwischen Mangan und Sauerstoff, schon wenigstens 4 Verbindungsstufen (Oxyde) Statt finden: so läfst sich erwarten, dafs in der organischen Natur zwischen den binären Verbindungen, die nicht so sehr different sind, noch mehrere möglich seyn werden. Wäre uns diese Anzahl bekannt: so würden ohne Zweifel, wenn meine Ansicht gegründet ist, alle nur möglichen Pflanzensubstanzen, die (so fern wir vor der Hand von dem Stickstoff abstrahiren) von rein vegetabilischer Mischung sind, gegeben seyn. Die Aufgabe ist nun, alle die möglichen Zusammensetzungen der obigen binären Verbindungen zu Pflanzenkörpern zu bestimmen.

Diefs

Digitized by Google

Diefs kann blofs durch Hülfe der Combinationslehre geschehen, indem uns selbige nicht nur *alle möglichen* Verbindungen gegebener Dinge, sondern auch, in so fern unter diesen Verbindungen einige vorkommen sollten, die in gewisser Hinsicht nicht brauchbar sind, die *nützlichen* abgesondert von jenen, darstellen lehrt.

Wenn Sie meine Ansicht, so wie ich sie hier dargestellt habe, billigen, und wenn fernere Erfahrungen sie bestätigen: so können wir hoffen, dafs es uns durch die combinatorische Analysis gelingen werde, die Gesetzmäfsigkeit in den Mischungen der Pflanzenkörper aufzufinden; und in der That, der Gründe für diese Ansicht sind sehr viele. Eine grofse Mannichfaltigkeit aus nur sehr wenigen Elementen, eine Mannichfaltigkeit, die jedoch nicht unbegrenzt ist, kann die Natur auf keine andere Weise als durch Combinationen hervorbringen, und es ist nicht denkbar, dafs die Natur in ihren Combinationen andern Gesetzen gehorchen sollte als die Mathematik; denn diese Wissenschaft ist, wie es mir scheint, die Form, in der sich alle Gesetzmäfsigkeit der Natur ausspricht.

Diese Idee, die Combinationslehre auf die Natur anzuwenden, ist übrigens nicht neu: schon der grofse *Leibnitz* hat sie ausgesprochen. Er sagt mit eben so viel Wahrheit als hinreifsender Beredsamkeit *) Unica ista via est in arcana naturae penetrandi. Quando eo quisque perfectius rem cognoscere dicitur, quo magis rei partes et partium partes earumque figuras positusque percepit. Haec figurarum ratio primum abstracte in Geometria ac Stereometria pervestiganda, inde ubi ad historiam naturalem, existentiamque seu id, quod revera invenitur in corporibus, accesseris, patebit Physicae porta ingens, et elementorum facies, et qualitatum origo et *mixtura*, et *mixturae* origo, et *mixtura mixturarum*, et quicquid hactenus in natura stupebamus. Nächst *Leibnitz*

*) Dissertatio de Arte combinatoria, in qua ex Arithmeticae fundamentis Complica-

Digitized by Google

versuchte der treffliche schwedische Chemiker *Bergman**) die Combinationslehre anzuwenden auf die Bestimmung der Mineralien aus den damals bekannten fünf einfachen Erden, nämlich Schwererde, Kalkerde, Magnesia, Thonerde und Kieselerde. Zuerst bestimmte er die Verbindungen aus je zwei, drei, vier und endlich allen fünf Erden, ohne eine als die besonders vorherrschende zu betrachten, dann aber diejenigen Verbindungen, wo die eine die vorherrschende, eine andere die zunächst weniger vorherrschende, eine dritte die noch weniger vorherrschende u. s. w. war, um den Mangel der ersten Bestimmung abzuhelfen. Wäre *Bergman* mit der Stöchiometrie vertraut gewesen, d. h. hätte er die Erden nach ihren Verbindungsverhältnissen geordnet: so würde er in der Mineralogie ausgeführt haben, was ich in den Pflanzenkörpern auszuführen gedenke.

So weit bin ich nun gekommen; wie weit mich aber unser Freund *Rothe*, dem ich meine Ansichten mitgetheilt habe, noch geführt hat, diefs mögen Sie aus den Schreiben entnehmen, die wir deshalb mit einander gewechselt haben.

---

*) Opusc. Phys. et Chem. ed. Hebenstreit. Lips. 1787. Vol. IV. §. CXXXV. seq. Species terrarum investigandi methodus.

Digitized by Google

image
not
available

Rothe an Bischof.

Das Problem, das Sie mir vorlegen, läſst sich allerdings mit Sicherheit und vollkommener Gewiſsheit, keine Verbindung übergangen zu haben, durch die Combinationslehre auflösen.

Zu dem Ende hat man weiter nichts nöthig, als von den *vier* Elementen 0, 1, 2, 3 (weil die Zahlen nur höchstens bis 3 vorkommen sollen) die fünfte (weil fünf Buchstaben a, b, c, d, e vorhanden sind) Variations-Classe an sich mit Wiederholungen zu construiren, dann alle diejenigen Complexionen als unnütz wegzuwerfen, deren Elemente nicht relative Primzahlen sind, und das erste, zweite, dritte, vierte, fünfte Element jeder übrig bleibenden Complexion mit a, b, c, d, e als Factor zu verbinden.

Ich will diese Classe erst *vollständig* construiren, und die ausfallenden oder unnützen Complexionen durch vorgesetzte Sternchen bemerken. Sie enthält folgende $4^5 = 1024$ Complexionen:

Digitized by Google

I. •00000
00001
•00002
•00003
00010
00011
00012
00013
•00020
00021
•00022
00023
•00030
00031
00032
•00033
00100
00101
00102
00103
00110
00111
00112
00113
00120
00121
00122
00123
00130
00131
00132
00133
•00200
00201
•00202
00203
00210
00211
00212
•00220
00221
•00222
00223
00230
00231
00232
00233
•00300
00301
00302
•00303
00310
00311
00312
00313
00320
00321
00322
00323
•00330
00331
00332
•00333

II. 01000
01001
01002
01003
01010
01011
01012
01013
01020
01021
01022
01023
01030
01031
01033
01100
01101
01102
01103
01110
01111
01112
01113
01120
01121
01122
01123
01130
01131
01132
01133
01200
01201
01202
01203
01210
01211
01212
01213
01220
01221
01222
01223
01230
01231
01232
01233
01300
01301
01302
01303
01310
01311
01313
01320
01321
01322
01323
01330
01331
01332
01333

III. •02000
02001
•02002
02003
02010
02011
02012
02013
•02020
02021
•02022
02023
02030
02031
02032
02033
02100
02101
02102
02103
02110
02111
02112
02113
02120
02121
02122
02123
02130

Digitized by Google

02132
02133
• 02200
02201
• 02202
02203
02210
02211
02212
02213
• 02220
02221
• 02222
02223
02230
02231
02232
02233
02300
02301
02302
02303
02310
02311
02312
02313
02320
02321
02322
02323
02330
02331
02332
02333

IV. • 03000
03001
03002
• 03003
03010
03011
03012
03013
03020
03021
03022
03023
• 03030
03031
03032
• 03033
03100
03101
03102
03103
03110
03111
03112
03113
03120
03121
03122
03123
03130
03131
03132
03133
03200
03201
03202
03203
03210
03211
03212
03213
03220
03221
03222
03223
03230

Digitized by Google

10330
10331
10332
10333

VI. 11000
11001
11002
11003
11010
11011
11012
11013
11020
11021
11022
11023
11030
11031
11032
11033
11100
11101
11102
11103
11110
11111
11112
11113
11120
11121
11122
11123
11130
11131
11132
11133
11200
11201
11202
11203
11210
11211
11212
11213
11220
11221
11222
11223
11230
11231
11232
11233
11300
11301
11302
11303
11310
11311
11312
11313
11320
11321
11322
11323
11330
11331
11332
11333

VII. 12000
12001
12002
12003
12010
12011
12012
12013
12020
12021
12022
12023
12030
12031
12032
12033
12100
12101
12102
12103
12110
12111
12112
12113
12120
12121
12122
12123
12130
12131
12132
12133
12200
12201
12202
12203
12210
12211
12212
12213
12220
12221
12222
12223
12230
12231
12232
12233
12300
12301
12302
12303
12310
12311
12312
12313
12320
12321
12322
12323
12330
12331
12332
12333

VIII. 13000
13001
13002
13003
13010
13011
13012
13013
13020
13021
13022
13023
13030
13031
13032
13033
13100
13101
13102
13103
13110
13111
13112
13113
13120

Digitized by Google

13121
13122
13123
13130
13131
13132
13133
13200
13201
13202
13203
13210
13211
13212
13213
13220
13221
13222
13223
13230
13231
13232
13233
13300
13301
13302
13303
13310
13311
13312
13313
13320
13321
13322
13323
13330
13331
13332
13333

IX.

•20000
20001
•20002
20003
20010
20011
20012
20013
•20020
20021
•20022
20023
20030
20031
20032
20033
20100
20101
20102
20103
20110
20111
20112
20113
20120
20121
20122
20123
20130
20131
20132
20133
•20200
20201
•20202
20203
20210
20211
20212
•20220
20221
•20222
20223
20230
20231
20232
20233
20300
20301
20302
20303
20310
20311
20312
20313
20320
20321
20322
20323
20330
20331
20332
20333

X.

21000
21001
21002
21003
21010
21011
21012
21013
21020
21021
21022
21023
21030
21031
21033
21100
21101
21102
21103
21110
21111
21112
21113
21120
21121
21122
21123
21130
21131
21132
21133
21200
21201
21202
21203
21210
21211
21212
21213
21220
21221
21222
21223
21230
21231
21232
21233
21300
21301
21302
21303
21310
21311

Digitized by Google

21313
21320
21321
21322
21323
21330
21331
21332
21333

XI. • 22000
22001
• 22002
22003
22010
22011
22012
22013
• 22020
22021
• 22022
22023
22030
22031
22032
22033
22100
22101
22102
22103
22110
22111
22112
22113
22120
22121
22122
22123
22130
22131
22132
22133
• 22200
22201
• 22202
22203
22210
22211
22212
22213
• 22220
22221
• 22222
22223
22230
22231
22232
22233
22300
22301
22302
22303
22310
22311
22312
22313
22320
22321
22322
22323
22330
22331
22332
22333

XII. 23000
23001
23002
23003
23010
23011
23012
23013
23020
23021
23022
23023
23030
23031
23032
23033
23100
23101
23102
23103
23110
23111
23112
23113
23120
23121
23122
23123
23130
23131
23132
23133
23200
23201
23202
23203
23210
23211
23212
23213
23220
23221
23222
23223
23230
23231
23232
23233
23300
23301
23302
23303
23310
23311
23312
23313
23320
23321
23322
23323
23330
23331
23332
23333

XIII. • 30000
30001
30002
• 30003
30010
30011
30012
30013
30020
30021
30022
30023
• 30030
30031
30032
• 30033
30100
30101
30102
30103

Digitized by Google

30110
30111
30112
30113
30120
30121
30122
30123
30130
30131
30132
30133
30200
30201
30202
30203
30210
30211
30212
30213
30220
30221
30222
30223
30230
30231
30232
30233
• 30300
30301
30302
• 30303
30310
30311
30312
30313
30320
30321
30322
30323

• 30330
30331
30332
• 30333

XIV. 31000
31001
31002
31003
31010
31011
31012
31013
31020
31021
31022
31023
31030
31031
31032
31033
31100
31101
31102
31103
31110
31111
31112
31113
31120
31121
31122
31123
31130
31131
31132
31133
31200
31201
31202

31203
31210
31211
31212
31213
31220
31221
31222
31223
31230
31231
31232
31233
31300
31301
31302
31303
31310
31311
31312
31313
31320
31321
31322
31323
31330
31331
31332
31333

XV. 32000
32001
32002
32003
32010
32011
32012
32013
32020
32021

32022
32023
32030
32031
32032
32033
32100
32101
32102
32103
32110
32111
32112
32113
32120
32121
32122
32123
32130
32131
32132
32133
32200
32201
32202
32203
32210
32211
32212
32213
32220
32221
32222
32223
32230
32231
32232
32233
32300
32301

Digitized by Google

32302
32303
32310
32311
32312
32313
32320
32321
32322
32323
32330
32331
32332
32333

XVI. *33000
33001
33002
*33003
33010
33011
33012
33013
33020
33021
33022
33023
*33030
33031
33032
*33033
33100
33101
33102
33103
33110
33111
33112
33113
33120
33121
33122
33123
33130
33131
33132
33133
33200
33201
33202
33203
33210
33211
33212
33213
33220
33221
33222
33223
33230
33231
33232
33233
*33300
33301
33302
*33303
33310
33311
33312
33313
33320
33321
33322
33323
*33330
33331
33332
*33333

Die nicht mit Sternchen versehenen Complexionen geben also das, was Sie verlangen.

Was die Menge dieser nützlichen Complexionen betrifft, so braucht man, um diese zu finden, nur die weit kleinere Menge der unnützen abzuzählen, und von 1024 abzuziehen. Nun kommen solche unnütze Complexionen vor

in der Abtheilung	I . .	15
- - - -	III . .	8
- - - -	IV . .	8
- - - -	IX . .	8
- - - -	XI . .	8
- - - -	XIII . .	8
- - - -	XVI . .	8
in allem also		63

Digitized by Google

Bischof an Rothe.

Versuchen Sie nun doch einmal, ob nicht die Menge der übrig bleibenden nützlichen Complexionen ein gewisses Gesetz bilden, wenn die Anzahl der Buchstaben, welche vorhin 5 war, allgemein = n ist. Es wäre doch wahrlich ein wahrer Triumph der Chemie über die combinatorische Analysis, oder wenn Sie wollen, der combinatorischen Analysis über die Chemie, wenn Sie die von mir vermuthete Gesetzmäſsigkeit entdecken sollten.

Digitized by Google

image
not
available

für den Theiler 2	für den Theiler 3
0 0 0 0 2	0 0 0 0 3
0 0 0 2 0	0 0 0 3 0
0 0 0 2 2	0 0 0 3 3
0 0 2 0 0	0 0 3 0 0
0 0 2 0 2	0 0 3 0 3
0 0 2 2 0	0 0 3 3 0
0 0 2 2 2	0 0 3 3 3
0 2 0 0 0	0 3 0 0 0
0 2 0 0 2	0 3 0 0 3
0 2 0 2 0	0 3 0 3 0
0 2 0 2 2	0 3 0 3 3
0 2 2 0 0	0 3 3 0 0
0 2 2 0 2	0 3 3 0 3
0 2 2 2 0	0 3 3 3 0
0 2 2 2 2	0 3 3 3 3
2 0 0 0 0	3 0 0 0 0
2 0 0 0 2	3 0 0 0 3
2 0 0 2 0	3 0 0 3 0
2 0 0 2 2	3 0 0 3 3
2 0 2 0 0	3 0 3 0 0
2 0 2 0 2	3 0 3 0 3
2 0 2 2 0	3 0 3 3 0
2 0 2 2 2	3 0 3 3 3
2 2 0 0 0	3 3 0 0 0
2 2 0 0 2	3 3 0 0 3
2 2 0 2 0	3 3 0 3 0
2 2 0 2 2	3 3 0 3 3
2 2 2 0 0	3 3 3 0 0
2 2 2 0 2	3 3 3 0 3
2 2 2 2 0	3 3 3 3 0
2 2 2 2 2	3 3 3 3 3

Digitized by Google

image
not
available

Dieses Resultat aber ist nichts anders, als die nützlichen Complexionen in der fünften Variationsclasse an sich und mit Wiederholungen, jedoch blofs aus den Elementen o und 1.

In gedachter Classe sind aber ausser der ersten lauter Nullen enthaltenden Complexion, alle andern nützlich, weil jede, wenigstens *eine* Eins enthält, und diese Eins die darinnen vorkommenden Elemente zu relativen Primzahlen macht. Diesemnach ist die Menge der Complexionen in vorhin gedachtem Resultate $2^5 - 1 = 31$.

Es bleiben also im Hauptprobleme übrig $1023 - 2.31 = 1023 - 62 = 961$ nützliche Complexionen, wie vorhin.

Nun ist $1023 = 4^5 - 1$, $31 = 2^5 - 1$. Man kann also die Menge der nützlichen Complexionen im Hauptprobleme auch so ausdrücken $(4^5 - 1) - 2 . (2^5 - 1) = 4^5 - 1 - 2 . 2^5 + 2 = 4^5 - 2 . 2^5 + 1$.

Dieses findet statt, weil *fünf* Buchstaben a, b, c, d, e vorhanden sind. Hat man aber statt gedachter *fünf* Buchstaben allgemein n, so findet man eben so die Menge der nützlichen Complexionen oder Verbindungen allgemein $4^n - 2 . 2^n + 1$ oder $(2^n - 1)^2$.



Bischof an Rothe.

Es war mir sehr erfreulich, dafs Sie die von mir vermuthete Gesetzmäfsigkeit für jede Anzahl von Buchstaben, d. h. für jede Anzahl von binären Verbindungen aufgefunden haben. Natürlich mufs jetzt noch in mir der Wunsch erwachen, zu wissen, ob sich nicht auch eine Formel angeben läfst, welche die Anzahl der Complexionen oder Fälle angiebt, wenn die Anzahl der Verhältnifstheile (Massentheile, Atome), die wir bisher willkührlich gleich 3 angenommen haben, allgemein gleich m gesetzt wird: so dafs wir also die Anzahl der Complexionen auf der Stelle bestimmen können, wenn die Anzahl der binären Verbindungen allgemein gleich n, und die Anzahl der Verhältnifstheile allgemein gleich m ist.

Wie ich schon in meinem ersten Schreiben an den Präsidenten *Nees von Esenbeck* S. 39. anführte, glaubt *Berzelius* gefunden zu haben, dafs in den Verbindungen der unorganischen Natur wenigstens einer der Bestandtheile allemal als Einheit auftritt. In dieser Beziehung wäre es mir interessant zu wissen, wie grofs die Menge der Fälle seyn wird, wenn blofs solche Verbindungen zugelassen werden, worinnen das Element 1 wenigstens einmal vorkommt, und deren Elemente deshalb nothwendig relative Primzahlen sind. Giebt es eine Formel, welche die Menge dieser Fälle durch m und n ausdrückt?

Digitized by Google

Rothe an Bischof.

Die Beantwortung der in Ihrem dritten Schreiben mir vorgelegten Frage ist schwieriger, als Sie vielleicht glauben. Bis jetzt ist es mir nicht gelungen, ein Resultat zu finden, das mich *ganz* befriedigte. Wie weit ich gekommen bin, will ich Ihnen indeſs mittheilen.

Man bezeichne die gesuchte Zahl, weil sie von m abhängt, oder eine Function von m ist, durch φm, so lassen sich die Werthe $\varphi 1$, $\varphi 2$, $\varphi 3$ u. s. w. *nach und nach* und *recurrirend* bestimmen. Hierzu schlage ich folgenden Weg ein.

Aus den in meinem vorigen Schreiben angeführten Gründen ist

$$1)\ \varphi 1 = 2^n - 1.$$

Nun lasse man in der Variationsclasse aus den *drei* Elementen 0, 1, 2, die erste aus lauter Nullen bestehende Complexion weg, so bleiben übrig $3^n - 1$ Complexionen. Sämmtliche darunter befindliche unnütze Complexionen haben 2 zum gröſsten gemeinschaftlichen Theiler ihrer Elemente. Scheidet man sie aus, und dividirt sie dann sämmtlich durch 2: so bekommt man, wie vorher, die nützlichen Complexionen aus den *zwei* Elementen 0, 1. Da nun die Menge derselben $\varphi 1$ ist, so erhält man

$$2)\ \varphi 2 + \varphi 1 = 3^n - 1.$$

Nun lasse man in der Variationsclasse aus den *vier* Elementen 0, 1, 2, 3, die erste aus lauter Nullen bestehende Complexion weg: so bleiben übrig $4^n - 1$ Complexionen. Sämmtliche darunter befindliche unnütze Complexionen haben entweder 2 oder 3 zum gröſsten gemeinschaftlichen Theiler ihrer Elemente. Scheidet man diejenigen, wo gedachter Theiler 2 ist, und diejenigen, wo er 3 ist, in zwei verschiedene Rubriken aus, und dividirt dann die Zahlen jeder Rubrik durch den zuge-

Digitized by Google

Fällen die nützlichen Complexionen aus den *zwei* Elementen o, 1. Da nun die Menge derselben $\varphi 1$ ist, so hat man

$$3)\ \varphi 3 + 2\varphi 1 = 4^n - 1.$$

Nun lasse man in der Variationsclasse aus den *fünf* Elementen o, 1, 2, 3, 4 die erste aus lauter Nullen bestehende Complexion weg: so bleiben übrig $5^n - 1$ Complexionen. Sämmtliche darunter befindliche unnütze Complexionen, haben entweder 2, oder 3, oder 4 zum gröſsten gemeinschaftlichen Theiler ihrer Elemente. Scheidet man sie aus, ordnet sie nach diesen gröſsten gemeinschaftlichen Theilern in drei Rubriken, und dividirt man dann die Zahlen jeder Rubrik durch den zugehörigen gröſsten gemeinschaftlichen Theiler: so bekommt man

aus der Rubrik für den Theiler 2, die nützlichen Complexionen aus den Elementen o, 1, 2;

aus den Rubriken für den Theiler 3 und 4 aber, die nützlichen Complexionen aus den Elementen o, 1.

Der Grund hiervon ist offenbar dieser, daſs 4 durch 2 dividirt, 2, durch 3 und 4 aber dividirt, 1 zum genäherten Quotienten*) giebt.

Es ist demnach

$$4)\ \varphi 4 + \varphi 2 + 2\varphi 1 = 5^n - 1$$

Man sieht nun leicht wie man fortfahren kann. Da nämlich 5 durch 1, 2, 3, 4, 5 dividirt, die genäherten Quotienten 5, 2, 1, 1, 1 giebt, so hat man eben so $\varphi 5 + \varphi 2 + \varphi 1 + \varphi 1 + \varphi 1 = 6^n - 1$, oder zusammengezogen

*) Unter genäherten Quotienten verstehe ich diejenigen, wo der nöthigenfalls anzuhängende eigentliche Bruch weggelassen wird. So ist zum Beispiele, wenn 18 durch 3 dividirt wird, 6 der genäherte Quotient, und, wenn 23 durch 3 dividirt wird, 7. Geht der Divisor im Dividend auf, so ist der *genäherte* Quotient

$$5)\ \varphi 5 + \varphi 2 + 3\varphi 1 = 6^n - 1$$

Fährt man auf diese Art fort, so erhält man folgende *erste* Formelreihe

1) $\varphi 1 = 2^n - 1$

2) $\varphi 2 + \varphi 1 = 3^n - 1$

3) $\varphi 3 + 2\varphi 1 = 4^n - 1$

4) $\varphi 4 + \varphi 2 + 2\varphi 1 = 5^n - 1$

5) $\varphi 5 + \varphi 2 + 3\varphi 1 = 6^n - 1$

6) $\varphi 6 + \varphi 3 + \varphi 2 + 3\varphi 1 = 7^n - 1$

7) $\varphi 7 + \varphi 3 + \varphi 2 + 4\varphi 1 = 8^n - 1$

8) $\varphi 8 + \varphi 4 + 2\varphi 2 + 4\varphi 1 = 9^n - 1$

9) $\varphi 9 + \varphi 4 + \varphi 3 + \varphi 2 + 5\varphi 1 = 10^n - 1$

10) $\varphi 10 + \varphi 5 + \varphi 3 + 2\varphi 2 + 5\varphi 1 = 11^n - 1$

11) $\varphi 11 + \varphi 5 + \varphi 3 + 2\varphi 2 + 6\varphi 1 = 12^n - 1$

12) $\varphi 12 + \varphi 6 + \varphi 4 + \varphi 3 + 2\varphi 2 + 6\varphi 1 = 13^n - 1$

13) $\varphi 13 + \varphi 6 + \varphi 4 + \varphi 3 + 2\varphi 2 + 7\varphi 1 = 14^n - 1$

14) $\varphi 14 + \varphi 7 + \varphi 4 + \varphi 3 + 3\varphi 2 + 7\varphi 1 = 15^n - 1$

15) $\varphi 15 + \varphi 7 + \varphi 5 + 2\varphi 3 + 2\varphi 2 + 8\varphi 1 = 16^n - 1$

16) $\varphi 16 + \varphi 8 + \varphi 5 + \varphi 4 + \varphi 3 + 3\varphi 2 + 8\varphi 1 = 17^n - 1$

17) $\varphi 17 + \varphi 8 + \varphi 5 + \varphi 4 + \varphi 3 + 3\varphi 2 + 9\varphi 1 = 18^n - 1$

18) $\varphi 18 + \varphi 9 + \varphi 6 + \varphi 4 + 2\varphi 3 + 3\varphi 2 + 9\varphi 1 = 19^n - 1$

19) $\varphi 19 + \varphi 9 + \varphi 6 + \varphi 4 + 2\varphi 3 + 3\varphi 2 + 10\varphi 1 = 20^n - 1$

20) $\varphi 20 + \varphi 10 + \varphi 6 + \varphi 5 + \varphi 4 + \varphi 3 + 4\varphi 2 + 10\varphi 1 = 21^n - 1$

u. s. w.

Um diese Formeln genauer betrachten zu können, mufs ich vor allem

Digitized by Google

Wenn nämlich ein bestimmter Dividend durch eine andere nicht gröſsere ganze Zahl dividirt, eine dritte zum genäherten Quotienten giebt, so mag letztere eine *Theilungszahl* der erstern heiſsen. Diesemnach sind z. B. 20, 10, 6, 5, 4, 3, 2, 1 die Theilungszahlen von 20.

Weiter werde der genäherte Quotient, der entsteht, wenn a durch b dividirt wird, also

$$a \mid b$$

bezeichnet, und es läſst sich leicht einsehen, daſs

wenn $a \mid b = q$

auch $q \cdot b \overline{<} a < (q+1) \cdot b$

und umgekehrt, wenn $q \cdot b \overline{<} a < (q+1) \cdot b$

auch $a \mid b = q$

seyn müsse.

Ausser diesen giebt es noch mehrere andere Sätze von genäherten Quotienten, die ihrer Wichtigkeit wegen, längst verdient hätten, in die Lehrbücher der Arithmetik aufgenommen zu werden. Einige derselben, welche wir hier brauchen werden, nebst den zugehörigen Beweisen, enthält die *erste Beilage*.

Hieraus ergiebt sich, daſs, wenn b eine Theilungszahl von m ist, nothwendig $m \mid b > m \mid (b+1)$. (Zweite Beilage 1. Lehrs.), und umgekehrt wenn $m \mid b > m \mid (b+1)$, daſs dann b eine Theilungszahl von m seyn müsse. (Zweite Beilage 2. Lehrs.)

Eine Theilungszahl kann zu mehrern Divisoren gehören. Ist nämlich b eine Theilungszahl von m, mithin $m \mid b > m \mid (b+1)$, so ist b eine Theilungszahl für jeden Divisor, welcher gröſser als $m \mid (b+1)$, jedoch nicht gröſser als $m \mid b$ ist, aber für keine andern; die Menge dieser verschiedenen Divisoren, welche b zur Theilungszahl geben, ist also $(m \mid b) - (m \mid (b+1))$. So ist z. B. 3 eine Theilungszahl von 100, und zwar weil $100 \mid 3 = 33$, $100 \mid 4 = 25$ ist, für die $33 - 25$ oder 8 verschiedenen Divisoren 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33. (Zweite Beilage

Digitized by Google

Weiter werde der Ausdruck *genäherte Quadratwurzel*, oder allgemeiner *genäherte Wurzel des mten Grades aus einer ganzen Zahl* a in ähnlichem Sinne, wie vorher genäherter Quotient genommen, und durch $V\sqrt{a}$ oder allgemeiner $V\sqrt[m]{a}$ bezeichnet: so ist leicht einzusehen, daſs

$$\text{wenn} \quad q = V\sqrt[m]{a}, \quad \text{auch} \quad q^m \leqq a < (q+1)^m,$$

und umgekehrt, wenn $q^m \leqq a < (q+1)^m$, auch $q = V\sqrt[m]{a}$ seyn müsse.

Ausser diesen giebt es noch mehrere Sätze von genäherten Wurzeln, die, eben so, wie die von genäherten Quotienten, einen Platz in den Lehrbüchern der Arithmetik verdienten. Einige solcher Sätze theils bloſs von genäherten Wurzeln, theils von solchen Wurzeln und Quotienten *zugleich*, nebst den zugehörigen Beweisen, enthält die *dritte Beilage*.

Hieraus läſst sich leicht beweisen, daſs, wenn $b \leqq V\sqrt{m}$, auch nothwendig b eine Theilungszahl von m, oder $m \,|\, b > m \,|\, (b+1)$ seyn müsse. (Vierte Beilage 1. Lehrs.)

Dividirt man also m durch alle die Zahlen 1, 2, 3, u. s. w. bis $V\sqrt{m} + 1$, so sind die entstehenden genäherten Quotienten sämmtlich verschieden, folglich auch lauter verschiedene Theilungszahlen von m.

Setzt man $V\sqrt{m} = q$, so ist $m \,|\, (q+1) \leqq q$, so wie auch $m \,|\, (q+1) \geqq q - 1$. (Vierte Beilage 2. Lehrs. und 3. Lehrs.)

Hieraus ergiebt sich ein sehr leichtes Mittel, alle Theilungszahlen einer gegebenen Zahl m sogleich darzustellen. Man dividire sie nämlich durch 1, 2, 3 u. s. w. bis $V\sqrt{m} + 1$, so entstehen lauter verschiedene genäherte Quotienten, wovon der letzte $V\sqrt{m}$ oder $V\sqrt{m} - 1$ ist, und schreibe nun vom letzten an, alle kleinere nach der Reihe bis 1 hin. So finden sich z. B. die verschiedenen Theilungszahlen von 37 nach der

Digitized by Google

Es ist also die Menge der Theilungszahlen von m entweder doppelt so grofs, als die genäherte Quadratwurzel daraus, oder um eins kleiner. Das erste wird Statt finden, wenn, dafern $V\sqrt{m} = q$ gesetzt wird, $q^2 \overline{\gtrless} m < q.(q+1)$, das letztere, wenn $q.(q+1) \overline{\gtrless} m < (q+1)^2$ ist. Im ersten Falle nämlich ist $m|(q+1) = q-1$, im andern $= q$.

Nun ist es äusserst leicht, jede der Formeln obiger erster Formelreihe schnell hinzuschreiben. Die mte dieser Formeln nämlich, welche mit φm anfängt, findet man, wenn man

1) die *verschiedenen* Theilungszahlen von m nach der Reihe hinschreibt;
2) die Unterschiede je zweier auf einander folgender berechnet, und diesen Unterschieden zuletzt noch eine 1 beifügt.
3) Diese Reihe der Unterschiede als Coëfficienten mit den Theilungszahlen, nachdem man diesen ein φ vorgesetzt hat, in umgekehrter Ordnung verbindet.

Sucht man z. B. die 3ote Formel, so hat man nach 1)

30, 15, 10, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1

nach 2)

30, 15, 10, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1
15, 5, 3, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1

und hieraus nach 3)

$$\varphi 30 + \varphi 15 + \varphi 10 + \varphi 7 + \varphi 6 + \varphi 5 + \varphi 4 + 3\varphi 3 + 5\varphi 2 + 15\varphi 1 = 31^n - 1$$

Ich komme nun näher zu dem Problem, das Sie mir vorlegen. Aus den Formeln obiger erster Formelreihe findet sich nun nach und nach, oder recurrirend folgende zweite Formelreihe:

1) $\varphi 1 = 2^n - 1$

2) $\varphi 2 = 3^n - 2^n$

3) $\varphi 3 = 4^n - 2.2^n + 1$

4) $\varphi 4 = 5^n - 3^n - 2^n + 1$

Digitized by Google

$$6)\ \varphi 6 = 7^n - 4^n - 3^n + 1$$
$$7)\ \varphi 7 = 8^n - 4^n - 3^n - 2^n + 2$$
$$8)\ \varphi 8 = 9^n - 5^n - 3^n - 2^n + 2$$
$$9)\ \varphi 9 = 10^n - 5^n - 4^n - 2^n + 2$$
$$10)\ \varphi 10 = 11^n - 6^n - 4^n - 3^n + 2^n + 1$$
$$11)\ \varphi 11 = 12^n - 6^n - 4^n - 3^n + 2$$
$$12)\ \varphi 12 = 13^n - 7^n - 5^n - 2^n + 2$$
$$13)\ \varphi 13 = 14^n - 7^n - 5^n - 2 . 2^n + 3$$
$$14)\ \varphi 14 = 15^n - 8^n - 5^n - 3^n + 2$$
$$15)\ \varphi 15 = 16^n - 8^n - 6^n - 4^n + 2^n + 1$$
$$16)\ \varphi 16 = 17^n - 9^n - 6^n - 4^n + 2^n + 1$$
$$17)\ \varphi 17 = 18^n - 9^n - 6^n - 4^n + 2$$
$$18)\ \varphi 18 = 19^n - 10^n - 7^n - 3^n + 2$$
$$19)\ \varphi 19 = 20^n - 10^n - 7^n - 3^n - 2^n + 3$$
$$20)\ \varphi 20 = 21^n - 11^n - 7^n - 5^n + 4^n - 2 . 2^n + 3$$

u. s. w.

Die dritte dieser Formeln ist die in meinem zweiten Schreiben angegebene.

Ein Gesetz in diesen Formeln zu finden ist die Aufgabe, die Sie mir vorlegen. Es giebt nun zwar wohl ein solches, allein es ist nicht von der Beschaffenheit, daſs sich der Werth von φm in einer Formel darstellen lieſse.

Wenn eine Zahl eine Theilungszahl einer zweiten, und diese wieder eine Theilungszahl einer dritten ist, so ist auch die erste eine Theilungs-

Soll man also aus der ersten Formelreihe den, so braucht man nicht die mte und alle v Reihe anzuwenden, sondern nur diejenigen, len von m sind, und auch von diesen fallen h

Um z. B. den Werth von $\varphi 20$ zu finden, 5, 4, 3, 2, 1 die Theilungszahlen von 20 sind 6te, 5te, 4te, 3te, 2te und 1te der Formeln anzuwenden. Nach diesen findet sich

$$\varphi 20 + \varphi 10 + \varphi 6 + \varphi 5 + \varphi 4 + \varphi 3 + 4\varphi 2$$
$$- \varphi 10 \qquad - \varphi 5 \qquad - \varphi 3 - 2\varphi 2$$
$$- \varphi 6 \qquad - \varphi 3 - \varphi 2$$
$$- \varphi 4 \qquad - \varphi 2$$
$$\varphi 3$$

und so hat man

$$\varphi 20 = 21^n - 11^n - 7^n - 5^n + 4^n - 2 \cdot 2^n$$

wie vorhin. Es fällt also noch überdiefs die Formeln weg, oder kommt nicht in Anwendu

Daraus folgt aber sogleich weiter, dafs di zen, welche in dem Werthe von φm vorkom Theilungszahlen von m seyn können, dafs al Theilungszahlen von m auf diese Art vorkom

Eben so brauchte man, um $\varphi 41$ zu fin nung zeigt:

Digitized by Google

$$\varphi 41 + \varphi 20 + \varphi 13 + \varphi 10 + \varphi 8 + \varphi 6 + 2\varphi 5 + 2\varphi 4 + 3\varphi 3 + 7\varphi 2 + 21\varphi 1 = 42^n - 1$$
$$- \varphi 20 - \varphi 10 - \varphi 6 - \varphi 5 - \varphi 4 - \varphi 3 - 4\varphi 2 - 10\varphi 1 = -21^n + 1$$
$$- \varphi 13 - \varphi 6 - \varphi 4 - \varphi 3 - 2\varphi 2 - 7\varphi 1 = -14^n + 1$$
$$- \varphi 8 - \varphi 4 - 2\varphi 2 - 4\varphi 1 = -9^n + 1$$
$$+ \varphi 6 + \varphi 3 + \varphi 2 + 3\varphi 1 = +7^n - 1$$
$$- \varphi 5 - \varphi 2 - 3\varphi 1 = -6^n + 1$$
$$+ \varphi 4 + \varphi 2 + 2\varphi 1 = +5^n - 1$$
$$- 2\varphi 3 - 4\varphi 1 = -2.4^n + 2$$
$$+ 2\varphi 1 = +2.2^n - 2$$

bloſs die 41te, 20te, 13te, 8te, 6te, 5te, 4te, 3te und 1te der Formeln in der ersten Formelreihe anzuwenden, so daſs also die 10te und 2te nicht in Betrachtung kommt, woraus sich ergiebt

$$\varphi 41 = 42^n - 21^n - 14^n - 9^n + 7^n - 6^n + 5^n - 2.4^n + 2.2^n + 1$$

Wir wollen nun das Problem noch auf eine andere Art angreifen. Nach der ersten Formelreihe ist

$$\varphi(m|1) + \varphi(m|2) + \varphi(m|3) + \varphi(m|4) + \cdots = [(m|1) + 1]^n - 1$$

und wenn man hier statt m nach und nach setzt m|2, m|3, m|4 u. s. w. indem (Erste Beilage Lehrs. 5.) $(a|b)|c = a|(bc)$

$$\varphi(m|2) + \varphi(m|4) + \varphi(m|6) + \cdots = [(m|2) + 1]^n - 1$$
$$\varphi(m|3) + \varphi(m|6) + \varphi(m|9) + \cdots = [(m|3) + 1]^n - 1$$

u. s. w. Die Reihen links werden so weit fortgesetzt, bis die hinter den φ stehenden genäherten Quotienten Null werden.

Man multiplicire diese Formeln mit zur Zeit noch unbestimmten

Digitized by Google

$$\overset{1}{c}\varphi(m|1)+\overset{1}{c}\varphi(m|2)+\overset{1}{c}\varphi(m|3)+\overset{1}{c}\varphi(m|4)+\overset{1}{c}\varphi(m|5)+\overset{1}{c}\varphi(m|6)\cdots=\overset{1}{c}[(m|1)+1]^n-\overset{1}{c}$$

$$+\overset{2}{c}\varphi(m|2)\quad+\overset{2}{c}\varphi(m|4)\quad+\overset{2}{c}\varphi(m|6)\cdots=\overset{2}{c}[(m|2)+1]^n-\overset{2}{c}$$

$$+\overset{3}{c}\varphi(m|3)\quad+\overset{3}{c}\varphi(m|6)\cdots=\overset{3}{c}[(m|3)+1]^n-\overset{3}{c}$$

$$+\overset{4}{c}\varphi(m|4)\cdots=\overset{4}{c}[(m|4)+1]^n-\overset{4}{c}$$

$$+\overset{5}{c}\varphi(m|5)\cdots=\overset{5}{c}[(m|5)+1]^n-\overset{5}{c}$$

$$+\overset{6}{c}\varphi(m|6)\cdots=\overset{6}{c}[(m|6)+1]^n-\overset{6}{c}$$

u. s. w.

Man bestimme nun die angenommenen Coëfficienten dergestalt, dafs $\overset{1}{c}=1$, und die Summe der über einander stehenden oder einerlei φ enthaltenden Glieder o wird, so ergeben sich ausser voriger noch folgende Gleichungen

$$\overset{2}{c}+\overset{1}{c}=0$$

$$\overset{3}{c}+\overset{1}{c}=0$$

$$\overset{4}{c}+\overset{2}{c}+\overset{1}{c}=0$$

$$\overset{5}{c}+\overset{1}{c}=0$$

$$\overset{6}{c}+\overset{3}{c}+\overset{2}{c}+\overset{1}{c}=0$$

u. s. w.

Das Gesetz dieser Gleichungen ist sehr einfach. Es sind nämlich die über den c stehenden Zahlen in *einer* Formel die sämmtlichen Factoren der ersten dieser Zahlen. So hat man weiter ohne Schwierigkeit

$$\overset{7}{c}+\overset{1}{c}=0$$

$$\overset{8}{c}+\overset{4}{c}+\overset{2}{c}+\overset{1}{c}=0$$

Digitized by Google

$$\overset{10}{c} + \overset{5}{c} + \overset{2}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{11}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{12}{c} + \overset{6}{c} + \overset{4}{c} + \overset{3}{c} + \overset{2}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{13}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{14}{c} + \overset{7}{c} + \overset{2}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{15}{c} + \overset{5}{c} + \overset{3}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{16}{c} + \overset{8}{c} + \overset{4}{c} + \overset{2}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{17}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{18}{c} + \overset{9}{c} + \overset{6}{c} + \overset{3}{c} + \overset{2}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{19}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$\overset{20}{c} + \overset{10}{c} + \overset{5}{c} + \overset{4}{c} + \overset{2}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

u. s. w.

Hieraus findet sich nun nach und nach recurrirend

$\overset{1}{c} = 1$, $\overset{2}{c} = -1$, $\overset{3}{c} = -1$, $\overset{4}{c} = 0$, $\overset{5}{c} = -1$, $\overset{6}{c} = +1$, $\overset{7}{c} = -1$, $\overset{8}{c} = 0$, $\overset{9}{c} = 0$, $\overset{10}{c} = +1$
$\overset{11}{c} = -1$, $\overset{12}{c} = 0$, $\overset{13}{c} = -1$, $\overset{14}{c} = +1$, $\overset{15}{c} = +1$, $\overset{16}{c} = 0$, $\overset{17}{c} = -1$, $\overset{18}{c} = 0$, $\overset{19}{c} = -1$, $\overset{20}{c} = 0$

u. s. w.

Das Gesetz dieser Formeln ist sehr leicht zu übersehen. Es ist nämlich jeder dieser Coëfficienten entweder + 1, oder − 1, oder 0, und zwar ist

erstens $\overset{m}{c} = +1$, wenn m entweder 1, oder ein Product aus einer *geraden* Anzahl *verschiedener* absoluter Primzahlen, gröſser als 1 ist;

Digitized by Google

ſser als 1, oder ein Product aus einer *ungeraden* Anzahl *verschiedener* solcher Primzahlen ist;

drittens $\overset{m}{c} = 0$, wenn m durch ein vollkommenes Quadrat, das gröſser als 1 ist, ohne Rest dividirt werden kann.

Das erste und zweite ist leicht einzusehen. Von der Richtigkeit der dritten Behauptung kann man sich sehr leicht durch folgendes Beispiel überzeugen. Um z. B. darzuthun, daſs $\overset{108}{c} = 0$ sey, bemerke man, daſs 108 keine andern Primzahlen unter seinen Factoren enthält, als 2 und 3. Man dividire also 108 durch 1, 2, 3 und 2.3 oder 6, so bekommt man die Quotienten 108, 54, 36, 18. Nun hat man nach vorigen Formeln

$$\overset{108}{c} + \overset{54}{c} + \overset{36}{c} + \overset{27}{c} + \overset{18}{c} + \overset{12}{c} + \overset{9}{c} + \overset{6}{c} + \overset{4}{c} + \overset{3}{c} + \overset{2}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

$$-\overset{54}{c} - \overset{27}{c} - \overset{18}{c} - \overset{9}{c} - \overset{6}{c} - \overset{3}{c} - \overset{2}{c} - \overset{1}{c} = 0$$

$$-\overset{36}{c} - \overset{18}{c} - \overset{12}{c} - \overset{9}{c} - \overset{6}{c} - \overset{4}{c} - \overset{3}{c} - \overset{2}{c} - \overset{1}{c} = 0$$

$$+\overset{18}{c} + \overset{9}{c} + \overset{6}{c} + \overset{3}{c} + \overset{2}{c} + \overset{1}{c} = 0$$

also, wenn man addirt, $\overset{108}{c} = 0$.

Hat man nun auf diese Art $\overset{1}{c}$, $\overset{2}{c}$, $\overset{3}{c}$, u. s. w. bestimmt, so hat man nun

$$\varphi m = \overset{1}{c}\Big([(m|1)+1]^n - 1\Big) + \overset{2}{c}\Big([(m|2)+1]^n - 1\Big) + \overset{3}{c}\Big([(m|3)+1]^n - 1\Big) + \text{etc.}$$

So hat man z. B. für m = 20

$$\varphi 20 = \overset{1}{c}(21^n - 1) + \overset{2}{c}(11^n - 1) + \overset{3}{c}(7^n - 1) + \overset{4}{c}(6^n - 1) + \overset{5}{c}(5^n - 1) + \overset{6}{c}(4^n - 1)$$
$$+ \overset{7}{c}(3^n - 1) + \overset{8}{c}(3^n - 1) + \overset{9}{c}(3^n - 1) + \overset{10}{c}(3^n - 1) + \overset{11}{c}(2^n - 1) + \overset{12}{c}(2^n - 1)$$
$$+ \overset{13}{c}(2^n - 1) + \overset{14}{c}(2^n - 1) + \overset{15}{c}(2^n - 1) + \overset{16}{c}(2^n - 1) + \overset{17}{c}(2^n - 1) + \overset{18}{c}(2^n - 1)$$

Digitized by Google

oder zusammengezogen

$$\varphi 20 = \overset{1}{c}(21^n - 1) + \overset{2}{c}(11^n - 1) + \overset{3}{c}(7^n - 1) + \overset{4}{c}(6^n - 1) + \overset{5}{c}(5^n - 1) + \overset{6}{c}(4^n - 1)$$
$$+ (\overset{7}{c} + \overset{8}{c} + \overset{9}{c} + \overset{10}{c})(3^n - 1) + (\overset{11}{c} + \overset{12}{c} + \overset{13}{c} \cdots + \overset{20}{c})(2^n - 1)$$

oder, wenn man die Werthe der angenommenen Coëfficienten aus voriger Tafel nimmt

$$\varphi 20 = (21^n - 1) - (11^n - 1) - (7^n - 1) - (5^n - 1) + (4^n - 1) - 2.(2^n - 1)$$

gerade wie oben.

Diefs Beispiel zeigt zugleich, welcher Unvollkommenheit vorige Formel noch ausgesetzt ist. Sie giebt nämlich den Werth von φm nicht sogleich in der einfachsten Form, sondern es lassen sich mehrere Glieder zusammenziehen. Diese Reduction oder Zusammenziehung ist aber, zumal bei gröfsern Werthen von m sehr beschwerlich.

Um diefs zu vermeiden setze man $\overset{1}{c} + \overset{2}{c} + \overset{3}{c} + \overset{4}{c} + \cdots + \overset{k}{c} = \psi k$, so hat man

$$\varphi 20 = \psi 1(21^n - 1) + (\psi 2 - \psi 1)(11^n - 1) + (\psi 3 - \psi 2)(7^n - 1) + (\psi 4 - \psi 3)(6^n - 1)$$
$$+ (\psi 5 - \psi 4)(5^n - 1) + (\psi 6 - \psi 5)(4^n - 1) + (\psi 10 - \psi 6)(3^n - 1) + (\psi 20 - \psi 10)(2^n - 1)$$

Hat man also eine Tafel der ψ bis auf eine gewisse Gränze, wie in der fünften Beilage bis auf die Gränze 1000 geschehen ist, berechnet, so hat man, um φm zu finden, folgende Regeln zu beobachten:

1) Man schreibe zuerst alle *verschiedene* Theilungszahlen von m in eine *erste* Horizontalreihe, die gröfste am weitesten zur Linken, die kleinste zur Rechten;

2) Man setze aus voriger Tafel zu den Theilungszahlen die zugehörigen Werthe der ψ in eine *zweite* Horizontalreihe darunter;

3) Man subtrahire jede Zahl der zweiten Horizontalreihe von der zunächst zur Linken stehenden, schreibe die Reste unter die Minuenden,

Google

4) Man verbinde die Zahlen der dritten Horizontalreihe als Coëfficienten mit denen der ersten, und zwar so, daſs die Zahlen der ersten Horizontalreihe um 1 vermehrt zur nten Potenz erhoben, und dann um 1 vermindert werden, und zwar in *umgekehrter Ordnung*, so daſs die *letzte* Zahl der dritten Horizontalreihe mit der *ersten* Zahl der ersten Horizontalreihe, die *vorletzte* Zahl der dritten Reihe, mit der *zweiten* Zahl der ersten Reihe u. s. w. verbunden wird.

Es sey z. B. m = 20, so hat man

nach der Vorschrift 1) 20, 10, 6, 5, 4, 3, 2, 1
\- - - - 2) −3, −1, −1, −2, −1, −1, 0, +1
\- - - - 3) −2, 0, +1, −1, 0, −1, −1, +1

und hieraus nach der Vorschrift 4)

$$\varphi 20 = 1.(21^n-1) - 1.(11^n-1) - 1.(7^n-1) - 1.(5^n-1) + 1.(4^n-1) - 2.(2^n-1)$$

wie vorhin.

Es sey ferner m = 41, so hat man

nach der Vorschrift 1) 41, 20, 13, 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2, 1
\- - - - 2) −1, −3, −3, −1, −2, −1, −2, −1, −1, 0, +1
\- - - - 3) +2, 0, −2, +1, −1, +1, −1, 0, −1, −1, +1

und hieraus nach der Vorschrift 4)

$$\varphi 41 = 1.(42^n-1) - 1.(21^n-1) - 1.(14^n-1) - 1.(9^n-1) + 1.(7^n-1)$$
$$- 1.(6^n-1) + 1.(5^n-1) - 2.(4^n-1) + 2.(2^n-1)$$

Es sey m = 93, so hat man

nach d. Vorschr. 1) 93, 46, 31, 23, 18, 15, 13, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1
\- - - - 2) 0, -2, -4, -2, -2, -1, -3, -2, -1, -2, -2, -2, -1, -2, -1, -1, 0, +1
\- - - - 3) +2, +2, -2, 0, -1, +2, -1, -1, +1, 0, 0, -1, +1, -1, 0, -1, -1, +1

und nun nach der Vorschrift 4)

$$\varphi 93 = 1.(94^n-1) - 1.(47^n-1) - 1.(32^n-1) - 1.(19^n-1) + 1.(16^n-1)$$
$$- 1.(14^n-1) + 1.(10^n-1) - 1.(9^n-1) - 1.(8^n-1) + 2.(7^n-1)$$
$$- 1.(6^n-1) - 2.(4^n-1) + 2.(3^n-1) + 2.(2^n-1)$$

Endlich sey $m = 100$, so hat man

nach 1) 100, 50, 33, 25, 20, 16, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1

- 2) +1, -3, -3, -2, -3, -1, -2, -2, -2, -1, -2, -2, -2, -1, -2, -1, -1, 0, +1

- 3) +4, 0, -1, +1, -2, +1, 0, 0, -1, +1, 0, 0, -1, +1, -1, 0, -1, -1, +1

und hieraus nach 4)

$$\varphi\,100 = 1\,.\,(101^n-1) - 1\,.\,(51^n-1) - 1\,.\,(34^n-1) - 1\,.\,(21^n-1) + 1\,.\,(17^n-1)$$
$$- 1\,.\,(15^n-1) + 1\,.\,(11^n-1) - 1\,.\,(10^n-1) + 1\,.\,(7^n-1) - 2\,.\,(6^n-1)$$
$$+ 1\,.\,(5^n-1) - 1\,.\,(4^n-1) + 4\,.\,(2^n-1)$$

Diese Beispiele werden hinreichend seyn, um den Gebrauch der Tafel der ψ bei der Auflösung Ihres Problems zu zeigen.

Will man aber diese Formeln so ausdrücken, dafs keine Parenthesen vorkommen, oder so wie oben, so kann diefs sehr leicht geschehen. Man darf nur bemerken, dafs das letzte Glied in dem Werthe von φm die Zahl $-\psi m$ ist.

Die Frage in der andern Hälfte Ihres Briefes ist sehr leicht und kurz zu beantworten. Sollen nämlich blofs solche Complexionen als nützlich betrachtet werden, worinnen wenigstens einmal das Element 1 vorkommt, so ist die Menge der nützlichen Complexionen $(m+1)^n - m^n$. Die Menge *aller* Complexionen nämlich in der nten Variationsclasse aus den $m+1$ Elementen 0, 1, 2 u. s. w. bis m ist $(m+1)^n$. Die als unnütz ausfallenden Complexionen bilden die nte Classe aus den m Elementen 0, 2, 3, 4 u. s. w. bis m, und die Menge derselben ist eben so m^n.

Digitized by Google

Erste Beilage.

Sätze von genäherten Quotienten.

1. *Lehrsatz.* Wenn $m \,.\, b \leqq a$, so ist auch $m \leqq a \mid b$.

Beweis. Es sey $a \mid b = q$, so ist $(q+1)\,.\,b > a$, also noch vielmehr $(q+1)\,.\,b > m\,.\,b$, also $q+1 > m$, folglich, da beides ganze Zahlen sind, $q \geqq m$, oder $a \mid b \geqq m$.

Zusatz. Ist daher $m > a \mid b$, so ist auch $m\,.\,b > a$.

2. *Lehrsatz.* Wenn $m\,.\,b > a$, so ist auch $m > a \mid b$.

Beweis. Es sey $a \mid b = q$, so ist $q\,.\,b \leqq a$, also noch vielmehr $q\,.\,b < m\,.\,b$, also $q < m$, oder $a \mid b < m$.

Zusatz. Ist daher $m \leqq a \mid b$, so ist auch $m\,.\,b \leqq a$.

3. *Lehrsatz.* Wenn $a \geqq b$, so ist auch $a \mid c \geqq b \mid c$.

Beweis. Es sey $b \mid c = q$, so ist auch $b \geqq q\,.\,c$, also noch vielmehr $a \geqq q\,.\,c$, also (1. Lehrs.) $a \mid c \geqq q$, oder $a \mid c \geqq b \mid c$.

Zusatz. Ist daher $a \mid c < b \mid c$, so ist auch $a < b$.

4. *Lehrsatz.* Wenn $b \geqq c$, so ist auch $a \mid b \leqq a \mid c$.

Beweis. Es sey $a \mid b = q$, so ist $q\,.\,b \leqq a$, aber auch $q\,.\,b \geqq q\,.\,c$, also noch vielmehr $a \geqq q\,.\,c$, folglich (1. Lehrs.) $a \mid c \geqq q$, oder $a \mid c \geqq a \mid b$.

Zusatz. Ist daher $a \mid b > a \mid c$, so ist auch $b < c$.

5. *Lehrsatz.* Es ist allemal

$$(a \mid b) \mid c = a \mid (b\,.\,c)$$

Beweis. Es sey

$$a \mid (b\,.\,c) = q$$

so ist

$$q\,.\,b\,.\,c \leqq a < (q+1)\,.\,b\,.\,c$$

Digitized by Google

also (1. Lehrs. und 2. Lehrs.)

$$q \cdot c \leqq a | b < (q+1) \cdot c$$

mithin auch

$$q = (a | b) | c$$

oder

$$a | (b \cdot c) = (a | b) | c$$

Zusatz. Diesemnach ist auch

$$(a | b) | c = (a | c) | b.$$

6. *Lehrsatz.* Ist $m \leqq a | b$, so ist auch $b \leqq a | m$.

Beweis. Da $m \leqq a | b$, so ist (2. Lehrs. Zus.) $m \cdot b \leqq a$, also (1. Lehrs.) auch $b \leqq a | m$.

Zusatz. Ist also $b > a | m$, so ist auch $m > a | b$. Man könnte dieſs aber auch so darthun. Da $b > a | m$, so ist (1. Lehrs. Zusatz) $b \cdot m > a$, folglich (2. Lehrs.) $m > a | b$.

Zweite Beilage.

1. *Lehrsatz.* Wenn b eine Theilungszahl von m ist, so ist

$$m | b > m | (b+1).$$

Beweis. Es sey a ein Divisor, für welchen b eine Theilungszahl ist, so ist

$$m | a = b$$

also

$$b \cdot a \leqq m < (b+1) \cdot a$$

mithin (1. Beilage 1. und 2. Lehrs.)

$$a \leqq m | b$$
$$m | (b+1) < a$$

folglich gewiſs

$$m | (b+1) < m | b.$$

Digitized by Google

Zusatz. Ist also m | (b
zahl von m seyn.

2. *Lehrsatz.* Wenn

m |

so ist b eine Theilungszahl vo
gleich oder kleiner als m | b,

Beweis. Es sey a ein

m | b ⋝ a

so ist (1. Beilage 6. Lehrs. un

b + 1 >

folglich

m | a

Zusatz. Ist also b kei

m | b =

3. *Lehrsatz.* Es giebt
welche b eine Theilungszahl

[m | b]

anzeigt.

Beweis. Ist m | b =
aber auch (1. Lehrs. Zus.) b
es auch keine Divisoren, für

Ist hingegen m | b > m

m | b ⋝

(2. Lehrs.) m | a = b. Wen
ist (1. Beilage. 6. Lehrs. ur
im andern b + 1 ⋜ m | a, od

Digitized by Google

Dritte Beilage.

Sätze von genäherten Würzeln und Quotienten.

1. *Lehrsatz.* Wenn $b^m \leqq a$, so ist auch $b \leqq \mathrm{V}\sqrt[m]{a}$.

Beweis. Es sey $q = \mathrm{V}\sqrt[m]{a}$, so ist $(q+1)^m > a$, also noch vielmehr $(q+1)^m > b^m$, also auch $q + 1 > b$, also auch $q \geqq b$, oder $\mathrm{V}\sqrt[m]{a} \geqq b$.

Zusatz. Ist also $b > \mathrm{V}\sqrt[m]{a}$, so ist auch $b^m > a$.

2. *Lehrsatz.* Wenn $b^m > a$, so ist auch $b > \mathrm{V}\sqrt[m]{a}$.

Beweis. Es sey $q = \mathrm{V}\sqrt[m]{a}$, so ist $q^m \leqq a$, also noch vielmehr $q^m < b^m$, also auch $q < b$, oder $\mathrm{V}\sqrt[m]{a} < b$.

Zusatz. Ist also $b \leqq \mathrm{V}\sqrt[m]{a}$, so ist auch $b^m \leqq a$.

3. *Lehrsatz.* Es ist

$$\mathrm{V}\sqrt[n]{\mathrm{V}\sqrt[m]{a}} = \mathrm{V}\sqrt[n.m]{a}$$

Beweis. Es sey

$$\mathrm{V}\sqrt[n.m]{a} = q$$

so ist

$$q^{n.m} \leqq a < (q+1)^{n.m}$$

oder

$$\left(q^n\right)^m \leqq a < \left((q+1)^n\right)^m$$

also (1. Lehrs. und 2. Lehrs.)

$$q^n \leqq \mathrm{V}\sqrt[m]{a} < (q+1)^n$$

Digitized by Google

folglich

$$q = \sqrt[n]{\sqrt[m]{a}}.$$

Zusatz. Es ist derowegen auch

$$\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[m]{\sqrt[n]{a}}.$$

4. *Lehrsatz.* Es ist

$$\sqrt[m]{\overline{a \mid b^m}} = \sqrt[m]{a} \mid b.$$

Beweis. Es sey

$$\sqrt[m]{\overline{a \mid b^m}} = q$$

so ist auch

$$q^m \leqq a \mid b^m < (q+1)^m$$

folglich (1. Beilage 1. Lehrs. Zus. und 2. Lehrs. Zus.)

$$b^m . q^m \leqq a < b^m . (q+1)^m$$

oder

$$(b . q)^m \leqq a < \left(b . (q+1)\right)^m$$

folglich (1. Lehrs. und 2. Lehrs.)

$$b . q \leqq \sqrt[m]{a} < b . (q+1)$$

mithin auch

$$q = \sqrt[m]{a} \mid b.$$

5. *Lehrsatz.* Wenn $a \geqq b$, so ist auch $\sqrt[m]{a} \geqq \sqrt[m]{b}$.

Beweis. Es sey $q = \sqrt[m]{b}$, so ist $q^m \leqq b$, also noch vielmehr $q^m \leqq a$, mithin (1. Lehrs.) $q \leqq \sqrt[m]{a}$.

Zusatz. Ist also $\sqrt[m]{a} < \sqrt[m]{b}$, so ist auch $a < b$.

6. *Lehrsatz.* Wenn $n \geqq m$, so ist auch $\sqrt[n]{a} \leqq \sqrt[m]{a}$.

Digitized by Google

$n \geqq m$, und q eine positive Zahl, $q^n \geqq q^m$, mithin noch vielmehr $a \geqq q^m$, folglich (1. Lehrs.) $\sqrt[m]{a} \geqq q$, oder $\sqrt[m]{a} \geqq \sqrt[n]{a}$.

Zusatz. Ist also $\sqrt[n]{a} > \sqrt[m]{a}$, so ist auch $n < m$.

Vierte Beilage.

1. *Lehrsatz.* Wenn $b \leqq \sqrt{m}$, so ist b eine Theilungszahl von m, und $m \mid b > m \mid (b+1)$.

Beweis. Da $b \leqq \sqrt{m}$, so ist (3. Beilage 2. Lehrs. Zus.) $b^2 \leqq m$, folglich (1. Beilage 1. Lehrs.) $b \leqq m \mid b$. Setzt man also $m \mid b = a$, so hat man $b \leqq a$. Aus $m \mid b = a$ folgt aber auch $a \,.\, b \leqq m < (a+1) \,.\, b$, folglich, da $b \leqq a$, noch vielmehr $a \,.\, b \leqq m < a \,.\, (b+1)$, mithin $m \mid a = b$, also ist auch b eine Theilungszahl von m, mithin (2. Beil. 1. Lehrs.) auch $m \mid b > m \mid (b+1)$. Letzteres könnte auch so dargethan werden. Aus $m < a \,.\, (b+1)$ folgt (1. Beil. 2. Lehrs.) $m \mid (b+1) < a$, oder $m \mid (l+1) < m \mid b$.

Zusatz. Ist $m \mid b = m \mid (b+1)$, so ist $b > \sqrt{m}$.

2. *Lehrsatz.* Wenn $q = \sqrt{m}$, so ist $m \mid (q+1) \leqq q$.

Beweis. Es ist $m < (q+1)^2$, folglich (1. Beilage 2. Lehrsatz) $m \mid (q+1) < q+1$, oder $m \mid (q+1) \leqq q$.

3. *Lehrsatz.* Wenn $q = \sqrt{m}$, so ist $m \mid (q+1) \geqq q-1$.

Beweis. Es ist $m \geqq q^2$, folglich noch vielmehr $m \geqq q^2-1$, oder $m \geqq (q+1) \,.\, (q-1)$, mithin (1. Beil. 1. Lehrs.) $m \mid (q+1) \geqq q-1$.

4. *Lehrsatz.* Wenn $b > \sqrt{m}$, so ist $m \mid b \leqq \sqrt{m}$.

Beweis. Es sey $\sqrt{m} = q$, so ist $b > q$, also $b \geqq q+1$, folglich auch (2. Beil. 4. Lehrs.) $m \mid b \leqq m \mid (q+1)$. Nun ist (2. Lehrsatz)

Man könnte den Beweis auch so führen. Es sey $V\sqrt{m} = q$, so ist $m < (q+1)^2$. Nun ist nach der Voraussetzung $b > q$, also auch $b \geqq q+1$, folglich auch $b \cdot (q+1) \geqq (q+1)^2$, mithin noch vielmehr $m < b \cdot (q+1)$, folglich (1. Beil. 2. Lehrs.) $m \mid b < q+1$, oder $m \mid b \leqq q$.

Zusatz. Ist also $m \mid b > V\sqrt{m}$, so ist $b \leqq V\sqrt{m}$.

5. *Lehrsatz.* Ist $m \mid b = m \mid (b+1)$, so ist $m \mid b \leqq V\sqrt{m}$.

Beweis. Folgt aus (1. Lehrs. Zus. und 4. Lehrs.)

1) *Zusatz.* Ist also $m \mid b > V\sqrt{m}$, so ist auch $m \mid b > m \mid (b+1)$. Dieſs folgt nun theils aus Umkehrung des gegenwärtigen Lehrsatzes, theils aus (4. Lehrs. Zus. und 1. Lehrs.)

2) *Zusatz.* Gehört eine Theilungszahl von m zu mehrern Divisoren, so ist sie nicht gröſser als $V\sqrt{m}$.

3) *Zusatz.* Eine Theilungszahl von m also, die gröſser ist als $V\sqrt{m}$, kann nur zu einem Divisor gehören.

6. *Lehrsatz.* Wenn $b > V\sqrt{m}$, so ist $(m \mid b) - \big(m \mid (b+1)\big) \leqq 1$.

Beweis. Es ist dann (4. Lehrs.) $m \mid b \leqq V\sqrt{m}$, also $m \mid b < b$, folglich, wenn man $m \mid b = q$ setzt, $q < b$. Nun ist $q \cdot b \leqq m$, mithin noch vielmehr $q \cdot (b+1) < m+b$, oder $(q-1) \cdot (b+1) < m-1$, mithin noch vielmehr $(q-1) \cdot (b+1) \leqq m$, also (1. Beil. 1. Lehrs.) $q-1 \leqq m \mid (b+1)$, oder $q - \big(m \mid (b+1)\big) \leqq 1$.

Zusatz. Ist also $(m \mid b) - \big(m \mid (b+1)\big) > 1$, so ist $b \leqq V\sqrt{m}$.

Anmerkung. Ein Ausdruck wie $A \geqq B$, oder $B \leqq A$ bedeutet in diesem Briefe, daſs A nicht kleiner sey als B, oder B nicht gröſser als A.

Digitized by Google

Fünfte Beilage.

k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk
1	+1	37	−2	73	−4	109	−4	145	0	181	−4	217	+2
2	0	38	−1	74	−3	110	−5	146	+1	182	−5	218	+3
3	−1	39	0	75	−3	111	−4	147	+1	183	−4	219	+4
4	−1	40	0	76	−3	112	−4	148	+1	184	−4	220	+4
5	−2	41	−1	77	−2	113	−5	149	0	185	−3	221	+5
6	−1	42	−2	78	−3	114	−6	150	0	186	−4	222	+4
7	−2	43	−3	79	−4	115	−5	151	−1	187	−3	223	+3
8	−2	44	−3	80	−4	116	−5	152	−1	188	−3	224	+3
9	−2	45	−3	81	−4	117	−5	153	−1	189	−3	225	+3
10	−1	46	−2	82	−3	118	−4	154	−2	190	−4	226	+4
11	−2	47	−3	83	−4	119	−3	155	−1	191	−5	227	+3
12	−2	48	−3	84	−4	120	−3	156	−1	192	−5	228	+3
13	−3	49	−3	85	−3	121	−3	157	−2	193	−6	229	+2
14	−2	50	−3	86	−2	122	−2	158	−1	194	−5	230	∓1
15	−1	51	−2	87	−1	123	−1	159	0	195	−6	231	0
16	−1	52	−2	88	−1	124	−1	160	0	196	−6	232	0
17	−2	53	−3	89	−2	125	−1	161	+1	197	−7	233	−1
18	−2	54	−3	90	−2	126	−1	162	+1	198	−7	234	−1
19	−3	55	−2	91	−1	127	−2	163	0	199	−8	235	0
20	−3	56	−2	92	−1	128	−2	164	0	200	−8	236	0
21	−2	57	−1	93	0	129	−1	165	−1	201	−7	237	+1
22	−1	58	0	94	+1	130	−2	166	0	202	−6	238	0
23	−2	59	−1	95	+2	131	−3	167	−1	203	−5	239	−1
24	−2	60	−1	96	+2	132	−3	168	−1	204	−5	240	−1
25	−2	61	−2	97	+1	133	−2	169	−1	205	−4	241	−2
26	−1	62	−1	98	+1	134	−1	170	−2	206	−3	242	−2
27	−1	63	−1	99	+1	135	−1	171	−2	207	−3	243	−2
28	−1	64	−1	100	+1	136	−1	172	−2	208	−3	244	−2
29	−2	65	0	101	0	137	−2	173	−3	209	−2	245	−2
30	−3	66	−1	102	−1	138	−3	174	−4	210	−1	246	−3
31	−4	67	−2	103	−2	139	−4	175	−4	211	−2	247	−2
32	−4	68	−2	104	−2	140	−4	176	−4	212	−2	248	−2
33	−3	69	−1	105	−3	141	−3	177	−3	213	−1	249	−1
34	−2	70	−2	106	−2	142	−2	178	−2	214	0	250	−1
35	−1	71	−3	107	−3	143	−1	179	−3	215	+1	251	−2

k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk
253	−1	291	−7	329	0	367	−1	405	0	443	−9	481	−5
254	0	292	−7	330	+1	368	−1	406	−1	444	−9	482	−4
255	−1	293	−8	331	0	369	−1	407	0	445	−8	483	−5
256	−1	294	−8	332	0	370	−2	408	0	446	−7	484	−5
257	−2	295	−7	333	0	371	−1	409	−1	447	−6	485	−4
258	−3	296	−7	334	+1	372	−1	410	−2	448	−6	486	−4
259	−2	297	−7	335	+2	373	−2	411	−1	449	−7	487	−5
260	−2	298	−6	336	+2	374	−3	412	−1	450	−7	488	−5
261	−2	299	−5	337	+1	375	−3	413	0	451	−6	489	−4
262	−1	300	−5	338	+1	376	−3	414	0	452	−6	490	−4
263	−2	301	−4	339	+2	377	−2	415	+1	453	−5	491	−5
264	−2	302	−3	340	+2	378	−2	416	+1	454	−4	492	−5
265	−1	303	−2	341	+3	379	−3	417	+2	455	−5	493	−4
266	−2	304	−2	342	+3	380	−3	418	+1	456	−5	494	−5
267	−1	305	−1	343	+3	381	−2	419	0	457	−6	495	−5
268	−1	306	−1	344	+3	382	−1	420	0	458	−5	496	−5
269	−2	307	−2	345	+2	383	−2	421	−1	459	−5	497	−4
270	−2	308	−2	346	+3	384	−2	422	0	460	−5	498	−5
271	−3	309	−1	347	+2	385	−3	423	0	461	−6	499	−6
272	−3	310	−2	348	+2	386	−2	424	0	462	−5	500	−6
273	−4	311	−3	349	+1	387	−2	425	0	463	−6	501	−5
274	−3	312	−3	350	+1	388	−2	426	−1	464	−6	502	−4
275	−3	313	−4	351	+1	389	−3	427	0	465	−7	503	−5
276	−3	314	−3	352	+1	390	−2	428	0	466	−6	504	−5
277	−4	315	−3	353	0	391	−1	429	−1	467	−7	505	−4
278	−3	316	−3	354	−1	392	−1	430	−2	468	−7	506	−5
279	−3	317	−4	355	0	393	0	431	−3	469	−6	507	−5
280	−3	318	−5	356	0	394	+1	432	−3	470	−7	508	−5
281	−4	319	−4	357	−1	395	+2	433	−4	471	−6	509	−6
282	−5	320	−4	358	0	396	+2	434	−5	472	−6	510	−5
283	−6	321	−3	359	−1	397	+1	435	−6	473	−5	511	−4
284	−6	322	−4	360	−1	398	+2	436	−6	474	−6	512	−4
285	−7	323	−3	361	−1	399	+1	437	−5	475	−6	513	−4
286	−8	324	−3	362	0	400	+1	438	−6	476	−6	514	−3
287	−7	325	−3	363	0	401	0	439	−7	477	−6	515	−2
288	−7	326	−2	364	0	402	−1	440	−7	478	−5	516	−2
289	−7	327	−1	365	+1	403	0	441	−7	479	−6	517	−1

Digitized by Google

k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk
519	−1	557	+4	595	+5	633	−2	671	−10	709	−4	747	−3
520	−1	558	+4	596	+5	634	−1	672	−10	710	−5	748	−3
521	−2	559	+5	597	+6	635	0	673	−11	711	−5	749	−2
522	−2	560	+5	598	+5	636	0	674	−10	712	−5	750	−2
523	−3	561	+4	599	+4	637	0	675	−10	713	−4	751	−3
524	−3	562	+5	600	+4	638	−1	676	−10	714	−3	752	−3
525	−3	563	+4	601	+3	639	−1	677	−11	715	−4	753	−2
526	−2	564	+4	602	+2	640	−1	678	−12	716	−4	754	−3
527	−1	565	+5	603	+2	641	−2	679	−11	717	−3	755	−2
528	−1	566	+6	604	+2	642	−3	680	−11	718	−2	756	−2
529	−1	567	+6	605	+2	643	−4	681	−10	719	−3	757	−3
530	−2	568	+6	606	+1	644	−4	682	−11	720	−3	758	−2
531	−2	569	+5	607	0	645	−5	683	−12	721	−2	759	−3
532	−2	570	+6	608	0	646	−6	684	−12	722	−2	760	−3
533	−1	571	+5	609	−1	647	−7	685	−11	723	−1	761	−4
534	−2	572	+5	610	−2	648	−7	686	−11	724	−1	762	−5
535	−1	573	+6	611	−1	649	−6	687	−10	725	−1	763	−4
536	−1	574	+5	612	−1	650	−6	688	−10	726	−1	764	−4
537	0	575	+5	613	−2	651	−7	689	−9	727	−2	765	−4
538	+1	576	+5	614	−1	652	−7	690	−8	728	−2	766	−3
539	+1	577	+4	615	−2	653	−8	691	−9	729	−2	767	−2
540	+1	578	+4	616	−2	654	−9	692	−9	730	−3	768	−2
541	0	579	+5	617	−3	655	−8	693	−9	731	−2	769	−3
542	+1	580	+5	618	−4	656	−8	694	−8	732	−2	770	−2
543	+2	581	+6	619	−5	657	−8	695	−7	733	−3	771	−1
544	+2	582	+5	620	−5	658	−9	696	−7	734	−2	772	−1
545	+3	583	+6	621	−5	659	−10	697	−6	735	−2	773	−2
546	+4	584	+6	622	−4	660	−10	698	−5	736	−2	774	−2
547	+3	585	+6	623	−3	661	−11	699	−4	737	−1	775	−2
548	+3	586	+7	624	−3	662	−10	700	−4	738	−1	776	−2
549	+3	587	+6	625	−3	663	−11	701	−5	739	−2	777	−3
550	+3	588	+6	626	−2	664	−11	702	−5	740	−2	778	−2
551	+4	589	+7	627	−3	665	−12	703	−4	741	−3	779	−1
552	+4	590	+6	628	−3	666	−12	704	−4	742	−4	780	−1
553	+5	591	+7	629	−2	667	−11	705	−5	743	−5	781	0
554	+6	592	+7	630	−2	668	−11	706	−4	744	−5	782	−1
555	+5	593	+6	631	−3	669	−10	707	−3	745	−4	783	−1

Google

k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk	k	ψk
785	0	816	+1	847	−1	878	+1	909	−1	940	+4	971	+1
786	−1	817	+2	848	−1	879	+2	910	0	941	+3	972	+1
787	−2	818	+3	849	0	880	+2	911	−1	942	+2	973	+2
788	−2	819	+3	850	0	881	+1	912	−1	943	+3	974	+3
789	−1	820	+3	851	+1	882	+1	913	0	944	+3	975	+3
790	−2	821	+2	852	+1	883	0	914	+1	945	+3	976	+3
791	−1	822	+1	853	0	884	0	915	0	946	+2	977	+2
792	−1	823	0	854	−1	885	−1	916	0	947	+1	978	+1
793	0	824	0	855	−1	886	0	917	+1	948	+1	979	+2
794	+1	825	0	856	−1	887	−1	918	+1	949	+2	980	+2
795	0	826	−1	857	−2	888	−1	919	0	950	+2	981	+2
796	0	827	−2	858	−1	889	0	920	0	951	+3	982	+3
797	−1	828	−2	859	−2	890	−1	921	+1	952	+3	983	+2
798	0	829	−3	860	−2	891	−1	922	+2	953	+2	984	+2
799	+1	830	−4	861	−3	892	−1	923	+3	954	+2	985	+3
800	+1	831	−3	862	−2	893	0	924	+3	955	+3	986	+2
801	+1	832	−3	863	−3	894	−1	925	+3	956	+3	987	+1
802	+2	833	−3	864	−3	895	0	926	+4	957	+2	988	+1
803	+3	834	−4	865	−2	896	0	927	+4	958	+3	989	+2
804	+3	835	−3	866	−1	897	−1	928	+4	959	+4	990	+2
805	+2	836	−3	867	−1	898	0	929	+3	960	+4	991	+1
806	+1	837	−3	868	−1	899	+1	930	+4	961	+4	992	+1
807	+2	838	−2	869	0	900	+1	931	+4	962	+3	993	+2
808	+2	839	−3	870	+1	901	+2	932	+4	963	+3	994	+1
809	+1	840	−3	871	+2	902	+1	933	+5	964	+3	995	+2
810	+1	841	−3	872	+2	903	0	934	+6	965	+4	996	+2
811	0	842	−2	873	+2	904	0	935	+5	966	+5	997	+1
812	0	843	−1	874	+1	905	+1	936	+5	967	+4	998	+2
813	+1	844	−1	875	+1	906	0	937	+4	968	+4	999	+2
814	0	845	−1	876	+1	907	−1	938	+3	969	+3	1000	+2
815	+1	846	−1	877	0	908	−1	939	+4	970	+2		

Digitized by Google

Bischof an Rothe.

War es Ihnen auch nicht möglich, eine allgemeine Formel aufzufinden, welche Ihr φm für jeden Werth von m darstellt: so haben Sie doch unsere Untersuchung recht sehr dadurch gefördert, daſs Sie den Weg angegeben haben, wie man den Werth von φm für jedes besonders gegebene ganze positive m mit möglichster Schnelligkeit finden kann; d. h. in chemischer Sprache ausgedrückt, durch Ihre Anleitung sind wir nun im Stande, die Menge der Fälle oder Complexionen anzugeben, gesetzt auch, daſs die Anzahl der Atome oder Massentheile, welche in eine organische Verbindung eingehen, bis Tausend stiege, was übrigens nie zu erwarten ist, da nach anderweit angestellten Berechnungen sie vielleicht kaum Zehen übersteigen wird. Gleichwohl ist in rein mathematischer Beziehung die von Ihnen so weit berechnete Tafel der ψ sehr merkwürdig, da die Zahlen dieser Tafel mehrentheils eine Zeitlang positiv, nur wenige Glieder o und dann negativ sind, und noch merkwürdiger ist es, daſs in der *so weit* fortgesetzten Tafel keine höheren Werthe für ψ vorkommen als 12.

Wenn wir nun aber unsere Untersuchung zur höchsten Allgemeinheit führen wollen: so müssen wir diejenigen Complexionen unserer berechneten Tafeln, welche auf einerlei Verhältniſs der Grundstoffe führen, obgleich sie an sich verschieden sind, unabhängig von diesen Tafeln, oder a priori zu bestimmen suchen. So finden Sie z. B., daſs die Complexionen $b + c + 2e$; $a + 2b + d + e$; und $a + c + 3d$, desgleichen $3c + 2d + 3e$; $a + b + 2c + 3d + 2e$; und $a + 3b + c + d + 3e$ auf einerlei Verhältniſs der Grundstoffe, nämlich auf das Verhältniſs des Sauerstoffs, Wasserstoffs und Kohlenstoffs wie 24:4:24 führen.

Es sey z. B. das Verhältniſs des Sauerstoffs zum Wasserstoff zum Kohlenstoff wie 40 : 18 : 42; aus welchen Complexionen wird dieses Verhältniſs hervorgebracht werden können?

Ich gebe Ihnen diese Zahlen so, daſs die erstere durch 8 und die letztere durch 6 theilbar ist, weil der stöchiometrische Werth des Sauerstoffs = 8, der des Kohlenstoffs = 6, unter der Voraussetzung, daſs der des Wasserstoffs = 1 ist.

Digitized by Google

Rothe an Bischof.

Die Auflösung der mir vorgelegten Aufgabe, welche ich gefunden habe, gründet sich auf folgende Betrachtungen:

1. Es seyen die Verhältnifszahlen des Sauer- Wasser- und Kohlenstoffs nach der Reihe 8.s, w und 6.k, ferner seyen α, β, γ, δ, ε die mit a, b, c, d, e als Coëfficienten zu verbindenden Zahlen, so kommt es darauf an, die Gleichungen

$$\alpha + \beta + 2\gamma = s, \qquad \alpha + \delta + 2\varepsilon = w, \qquad \beta + \gamma + \delta + \varepsilon = k$$

so aufzulösen, dafs für α, β, γ, δ, ε blofs Null oder ganze positive Zahlen gesetzt werden dürfen.

2. Es gehört demnach das Problem, das Sie mir vorlegen, in die *unbestimmte Analytik*, und zwar in denjenigen Theil derselben, wo *zwei* Gleichungen weniger als unbekannte Gröfsen vorhanden sind.

3. Aus den Gleichungen in (1.) ergeben sich folgende zehn, wo jede allemal drei unbekannte oder veränderliche Gröfsen enthält:

1) $\alpha + \beta + 2\gamma = s$
2) $2\alpha - \beta - \delta = s + w - 2k$
3) $3\alpha - \beta + 2\varepsilon = s + 2w - 2k$
4) $3\alpha + 2\gamma - \delta = 2s + w - 2k$
5) $2\alpha + \gamma + \varepsilon = s + w - k$
6) $\alpha + \delta + 2\varepsilon = w$
7) $3\beta + 4\gamma + \delta = s + 2k - w$
8) $2\beta + 3\gamma - \varepsilon = s + k - w$
9) $\beta + 3\delta + 4\varepsilon = w + 2k - s$
10) $-\gamma + 2\delta + 3\varepsilon = w + k - s.$

4. Hieraus erhellet, dafs allemal, wenn von den fünf Gröfsen α, β, γ, δ und ε zwei als bekannt angenommen werden, dann die übrigen drei auch vollkommen bestimmt sind.

5. Soll aber diese Bestimmung so geschehen, dafs keine gebrochenen Werthe für die drei übrigen Statt finden können, so müssen die angenommenen Gröfsen entweder α und γ, oder α und ε, oder β und γ, oder δ und ε seyn.

6. Aus der fünften von den Gleichungen in (3.) erhellet, dafs $s + w - k$, aus der siebenten, dafs $s + 2k - w$, und aus der neunten, dafs $w + 2k - s$

Digitized by Google

serdem müssen, was sich von selbst versteht, auch s, w und k ganze nicht negative Zahlen seyn.

7. Ist also entweder $s + w < k$, oder $s + 2k < w$, oder $w + 2k < s$, so ist die Aufgabe unauflösbar.

8. Es würde aber zu voreilig seyn hieraus zu schliefsen, dafs umgekehrt allemal, wenn s, w, k, $s + w - k$, $s + 2k - w$, $w + 2k - s$ Null oder ganze positive Zahlen sind, die Aufgabe wenigstens auf eine Art lösbar seyn müsse.

9. Ist $s + w - k = 0$, so giebt es *eine* aber auch *nur eine* mögliche Auflösung, nämlich $\alpha = \gamma = \varepsilon = 0$, $\beta = s$, $\delta = w$.

10. Ist $s + 2k - w = 0$, so giebt es *eine* aber auch *nur eine* mögliche Auflösung, nämlich $\beta = \gamma = \delta = 0$, $\alpha = s$, $\varepsilon = k$.

11. Ist $w + 2k - s = 0$, so giebt es eben so *eine*, aber auch *nur eine* mögliche Auflösung, nämlich $\beta = \delta = \varepsilon = 0$, $\alpha = w$, $\gamma = k$.

12. Ist $k = 0$, so mufs, wie aus (6.) erhellet, auch $s = w$ gegeben seyn, und dann giebt es *eine*, aber auch *nur eine* mögliche Auflösung, nämlich $\beta = \gamma = \delta = \varepsilon = 0$, $\alpha = s = w$.

13. Ist $w = 0$, so müssen nach (6.) auch $s - k$ und $2k - s$ ganze nicht negative Zahlen seyn, und dann giebt es *eine*, aber auch *nur eine* mögliche Auflösung, nämlich $\alpha = \delta = \varepsilon = 0$, $\beta = 2k - s$, $\gamma = s - k$.

14. Ist $s = 0$, so müssen nach (6.) auch $w - k$ und $2k - w$ ganze nicht negative Zahlen seyn, und dann giebt es *eine*, aber auch *nur eine* mögliche Auflösung, nämlich $\alpha = \beta = \gamma = 0$, $\delta = 2k - w$, $\varepsilon = w - k$.

15. Ist also eine der in (8.) angeführten sechs Gröfsen Null, und keine der fünf übrigen negativ, so giebt es allemal *eine*, aber auch *nur eine* mögliche Auflösung.

16. Ist $k = 1$, so ist $\beta + \gamma + \delta + \varepsilon = 1$. Diese Gleichung läfst nur vier

Digitized by Google

Erste Auflösung: $\beta=\gamma=\delta=0$, $\varepsilon=1$;
Zweite Auflösung: $\beta=\gamma=\varepsilon=0$, $\delta=1$;
Dritte Auflösung: $\beta=\delta=\varepsilon=0$, $\gamma=1$;
Vierte Auflösung: $\gamma=\delta=\varepsilon=0$, $\beta=1$.

Für die *erste* Auflösung ist $\alpha=s$, $\alpha+2=w$, also $w=s+2$
- - *zweite* - - - $\alpha=s$, $\alpha+1=w$, - $w=s+1$
- - *dritte* - - - $\alpha+2=s$, $\alpha=w$, - $w+2=s$
- - *vierte* - - - $\alpha+1=s$, $\alpha=w$, - $w+1=s$.

17. Hieraus erhellet, dafs wenn $k=1$, und $s=w=$ einer ganzen positiven Zahl gegeben ist, die Aufgabe auch unauflösbar sey, ohnerachtet jede der in (8.) angeführten sechs Gröfsen einen ganzen positiven Werth hat.

18. Für den Fall aber, dafs $k=1$, nnd s verschieden von w, jedoch so gegeben ist, dafs keine der sechs Gröfsen in (8.) negativ wird, oder, welches einerlei ist, so, dafs der Unterschied zwischen s und w höchstens 2 beträgt, giebt es allemal *eine*, aber auch *nur eine* mögliche Auflösung.

19. Aus den Gleichungen 1), 5), 6) in (3.) erhellet ohne Schwierigkeit, dafs, wenn bei ungeändertem α, die Gröfse γ um 1 wächst, dann δ um 2 zunehmen, β aber um 2, und ε um 1 abnehmen müsse.

20. Schreibt man also sämmtliche Auflösungen der gegebenen Aufgabe, für welche α einerlei Werth hat, so unter einander, dafs die Werthe von β von oben nach unten immer abnehmen, so werden die Werthe von β immer um 2 abnehmen, die von γ immer um 1 zunehmen, die von δ immer um 2 zunehmen, die von ε aber immer um 1 abnehmen. Es sey z. B. $s=25$, $w=26$, $k=32$. Nimmt man $\alpha=5$ an, so sind sämmtliche Auflösungen, wenn man sie auf die angezeigte Art

Digitized by Google

α	β	γ	δ	ε
3	18	2	1	11
3	16	3	3	10
3	14	4	5	9
3	12	5	7	8
3	10	6	9	7
3	8	7	11	6
3	6	8	13	5
3	4	9	15	4
3	2	10	17	3
3	0	11	19	2

21. Hieraus erhellet, dafs bei der ersten oder obersten Auflösung jeder solchen *Rubrik* entweder $\gamma = 0$, oder $\delta < 2$ seyn müsse, und umgekehrt, ist bei einer Auflösung entweder $\gamma = 0$, oder $\delta < 2$, so ist sie die erste oder oberste in der zugehörigen Rubrik.

22. Eben so erhellet, dafs bei der letzten oder untersten Auflösung jeder solchen Rubrik entweder $\beta < 2$, oder $\varepsilon = 0$ seyn müsse, und umgekehrt, ist bei einer Auflösung entweder $\beta < 2$, oder $\varepsilon = 0$, so ist sie die unterste in der zugehörigen Rubrik.

23. Eben so erhellet aus den Gleichungen 1), 5), 6) in (3.), dafs, wenn bei ungeändertem γ die Gröfse α um 1 abnimmt, dann β um 1, ε aber um 2 zunehmen, hingegen δ um 3 abnehmen müsse.

24. Hat man also eine Auflösung, worinnen $\alpha \gtrless 1$, und $\delta \gtrless 3$ ist, so kann man daraus eine neue ableiten, wenn man γ ungeändert läfst, α um 1, δ aber um 3 vermindert, dagegen aber β um 1, und ε um 2 vermehrt.

25. Läfst sich dieses auf die erste Auflösung irgend einer Rubrik anwenden, so bekommt man dadurch die erste Auflösung derjenigen Rubrik, wobei α um 1 kleiner ist als vorher. Denn nach der Voraussetzung ist

Digitized by Google

einer Rubrik seyn soll, nach (21.) auch entweder $\gamma = 0$, oder $\delta < 2$. Das letzte kann nicht Statt finden, weil $\delta \geqq 3$ ist, also muſs $\gamma = 0$ seyn, mithin muſs auch bei der neuen Auflösung $\gamma = 0$, sie also die erste in der zugehörigen Rubrik seyn.

26. Hat man eine Auflösung, wobei $\alpha \geqq 1$, $\beta \geqq 1$, $\delta \geqq 1$ ist, so läſst sich daraus eine andere ableiten, wenn man die Werthe von α, β, δ um 1 vermindert, die von γ und ε hingegen um 1 vermehrt. Dieſs folgt ebenfalls sehr leicht aus den Gleichungen in (1.) oder (3.)

27. Läſst sich auf die erste Auflösung irgend einer Rubrik zwar nicht das Verfahren in (24.) wohl aber das in (26.) anwenden, so bekommt man dadurch die erste Auflösung derjenigen Rubrik, wobei α um 1 kleiner ist als vorher. Denn nach der Voraussetzung ist bei der gegebenen Auflösung $\alpha \geqq 1$. Weil aber das Verfahren in (24.) darauf nicht anwendbar ist, entweder $\alpha < 1$, oder $\delta < 3$. Das erste widerspricht dem vorigen, also ist darinnen nothwendig $\delta < 3$, mithin $\delta - 1 < 2$, folglich die neue Auflösung nach (21.) eine erste in der zugehörigen Rubrik.

Beispiel. Nach (20.) ist, wenn $s = 25$, $w = 26$, $k = 32$, die erste Auflösung der Rubrik für $\alpha = 3$ folgende:

$$\alpha = 3,\ \beta = 18,\ \gamma = 2,\ \delta = 1,\ \varepsilon = 11.$$

Auf diese läſst sich das Verfahren in (24.) nicht anwenden, wohl aber das Verfahren in (26.). Nach letzterm findet man die Auflösung:

$$\alpha = 2,\ \beta = 17,\ \gamma = 3,\ \delta = 0,\ \varepsilon = 12,$$

und dieſs ist die *erste* Auflösung der Rubrik für $\alpha = 2$. Aus dieser er-

Digitized by Google

α	β	γ	δ	ε
2	17	3	0	12
2	15	4	2	11
2	13	5	4	10
2	11	6	6	9
2	9	7	8	8
2	7	8	10	7
2	5	9	12	6
2	3	10	14	5
2	1	11	16	4

28. Eben so erhellet aus den Gleichungen 1), 5), 6) in (3.) ohne Schwierigkeit, dafs, wenn bei ungeändertem ε die Gröfse α um 1 abnimmt, dann γ um 2, δ um 1 zunehmen, hingegen β um 3 abnehmen müsse.

29. Hat man also eine Auflösung, wobei $\alpha \gtrless 1$, $\beta \gtrless 3$ ist, so kann man daraus eine neue ableiten, wenn man ε ungeändert läfst, α um 1, β aber um 3 vermindert, dagegen aber γ um 2 und δ um 1 vermehrt.

30. Läfst sich auf die erste Auflösung irgend einer Rubrik weder das Verfahren in (24.) noch das in (26.), wohl aber das in (29.) anwenden, so bekommt man dadurch die erste Auflösung derjenigen Rubrik, wobei α um 1 kleiner ist als vorher. Denn nach der Voraussetzung ist bei der gegebenen Auflösung $\alpha \gtrless 1$, $\beta \gtrless 3$. Weil aber das Verfahren (26.) darauf nicht anwendbar ist, entweder $\alpha < 1$, oder $\beta < 1$, oder $\delta < 1$. Die beiden ersten Annahmen widersprechen aber der vorigen, also ist $\delta < 1$, mithin $\delta + 1 < 2$, folglich nach (21.) die neue Auflösung eine erste in der zugehörigen Rubrik.

Beispiel. Nach (27.) ist, wenn $s = 25$, $w = 26$, $k = 32$, die erste Auflösung der Rubrik für $\alpha = 2$ folgende:

Digitized by Google

Auf diese läſst sich das Verfahren in (24.) und (26.) nicht anwenden, wohl aber das Verfahren in (29.). Nach letzterm findet man die Auflösung:

$$\alpha = 1,\ \beta = 14,\ \gamma = 5,\ \delta = 1,\ \varepsilon = 12,$$

und dieſs ist die erste Auflösung der Rubrik für $\alpha = 1$. Aus dieser ergiebt sich nun nach (20.) die *ganze* Rubrik für $\alpha = 1$ also:

α	β	γ	δ	ε
1	14	5	1	12
1	12	6	3	11
1	10	7	5	10
1	8	8	7	9
1	6	9	9	8
1	4	10	11	7
1	2	11	13	6
1	0	12	15	5

31. Läſst sich auf die erste Auflösung in einer Rubrik, oder überhaupt auf irgend eine Auflösung keines der Verfahren in (24.), (26.) und (29.) anwenden, und ist doch darinnen $\alpha > 0$, so können bei dieser Auflösung nur fünf Fälle Statt finden: es ist nämlich entweder $\beta = 0$, $\delta = 2$, oder $\beta = 0$, $\delta = 1$, oder $\beta = 0$, $\delta = 0$, oder $\beta = 1$, $\delta = 0$, oder $\beta = 2$, $\delta = 0$. Denn da sich das Verfahren (26.) nicht anwenden läſst, so ist entweder α oder β oder δ gleich 0. Das erste widerspricht aber der Voraussetzung $\alpha > 0$, also ist entweder β oder δ gleich 0. Da sich ferner das Verfahren (24.) nicht anwenden läſst, so ist entweder $\alpha = 0$, oder $\delta < 3$. Das erste widerspricht ebenfalls der Voraussetzung $\alpha > 0$, also ist nothwendig $\delta < 3$. Eben so erhellet, daſs, weil sich das Verfahren (29.) nicht anbringen läſst, nothwendig $\beta < 3$ seyn müsse. Es ist also jede der bei-

Digitized by Google

32. Läfst sich auf die erste Auflösung einer Rubrik, oder überhaupt auf irgend eine Auflösung keines der Verfahren in (24.), (26.) und (29.) anwenden, so kann es keine Auflösungen geben, welche einen niedrigern Werth von α enthielten. Denn ist in der gegebenen Auflösung $\alpha = 0$, so ist kein Beweis nöthig. Ist aber $\alpha > 0$, so können darinnen nach (31.) nur die daselbst angeführten fünf Fälle Statt finden. Gäbe es nun eine Auflösung mit einem niedrigern Werthe von α, so enthalte sie die Zahlen $'\alpha$, $'\beta$, $'\gamma$, $'\delta$, $'\varepsilon$, wo also $\alpha > '\alpha$ seyn möge. Nach der Gleichung 2) in (3.) wäre dann $2\alpha - \beta - \delta = 2'\alpha - '\beta - '\delta$, also $2(\alpha - '\alpha) = (\beta + \delta) - ('\beta + '\delta)$. Da nun $\alpha > '\alpha$, so ist offenbar $2(\alpha - '\alpha) \overline{>} 2$, es müfste also auch $(\beta + \delta) - ('\beta + '\delta) \overline{>} 2$, also noch vielmehr $\beta + \delta \overline{>} 2$ seyn. In dem zweiten, dritten und vierten der in (31.) angeführten fünf Fälle ist aber $\beta + \delta < 2$, also können selbige nicht Statt finden, und es bliebe nur der erste und fünfte übrig. In diesen beiden Fällen aber ist $\beta + \delta = 2$, also könnte nur $2(\alpha - '\alpha) = 2 - ('\beta + '\delta)$, oder $'\beta + '\delta + 2(\alpha - '\alpha - 1) = 0$ seyn, es müfste also auch $'\beta = '\delta = \alpha - '\alpha - 1 = 0$ seyn. Nun ist aber auch nach den Gleichungen 1) und 6) in (3.)

$$(\alpha - '\alpha) + (\beta - '\beta) + 2(\gamma - '\gamma) = 0, \quad (\alpha - '\alpha) + (\delta - '\delta) + 2(\varepsilon - '\varepsilon) = 0$$

folglich da

$$\alpha - '\alpha = 1, \text{ und } '\beta = '\delta = 0, \text{ auch}$$
$$1 + \beta + 2(\gamma - '\gamma) = 0, \quad 1 + \delta + 2(\varepsilon - '\varepsilon) = 0$$

mithin

$$\beta = 2('\gamma - \gamma) - 1, \quad \delta = 2('\varepsilon - \varepsilon) - 1$$

also β und δ ungerade, welches weder im ersten noch fünften Falle Statt findet.

33. Aus den Gleichungen 1), 5) und 6) in (3.) ergiebt sich, dafs α nicht gröfser seyn könne als jede der drei Gröfsen s, w und $\frac{s + w - k}{2}$.

34. Ist

$$s > \frac{s + w - k}{} \text{ und } w > \frac{s + w - k}{}$$

Digitized by Google

so ist $s+k-w$ und $w+k-s$ positiv, mithin auch die Summe dieser beiden Gröſsen oder $2k$, also auch k, mithin noch vielmehr $s+2k-w$, und $w+2k-s$ positiv.

35. Ist daher noch überdieſs $s+w-k$ gerade, und, wie nach (6.) erfordert wird, nicht negativ, so ist $\frac{s+w-k}{2}$ der höchste Werth, den α annehmen kann, und für diesen giebt es die *einzige mögliche* Auflösung:

$$\alpha=\frac{s+w-k}{2},\ \beta=\frac{s+k-w}{2},\ \gamma=0,\ \delta=\frac{w+k-s}{2},\ \varepsilon=0.$$

36. Ist aber noch überdieſs $s+w-k$ ungerade, und, wie nach (6.) erfordert wird, positiv, so ist $\frac{s+w-k-1}{2}$ der höchste Werth, welchen α annehmen kann, und für diesen giebt es die beiden Auflösungen entweder

$$\alpha=\frac{s+w-k-1}{2},\ \beta=\frac{s+k-w-3}{2},\ \gamma=1,\ \delta=\frac{w+k-s+1}{2},\ \varepsilon=0,$$

oder

$$\alpha=\frac{s+w-k-1}{2},\ \beta=\frac{s+k-w+1}{2},\ \gamma=0,\ \delta=\frac{w+k-s-3}{2},\ \varepsilon=1,$$

und ausser diesen beiden sind für gedachten Werth von α keine andern möglich.

37. Ist hier $w+k-s=1$, so wird die *zweite* Auflösung unmöglich, und ist $s+k-w=1$, so wird es die erste. Ist hingegen $w+k-s>1$, so ist die zweite Auflösung möglich, und ist $s+k-w>1$, so ist es die erste.

38. Es können also beide Auflösungen in (36.) möglich seyn. Es kann aber auch eine möglich und die andere unmöglich seyn. Es können aber auch beide unmöglich seyn, wenn nämlich zugleich $s+k-w=1$, und $w+k-s=1$, oder, welches einerlei ist, wenn $k=1$ und $s=w$ ist.

Digitized by Google

39. Ist s, w und k so gegeben, dafs

$$\frac{s+w-k}{2} \geqq w,$$

so ist auch $s-w-k$ nicht negativ. Da nun, wenn die Aufgabe möglich seyn soll, nach (6.) $w+2k-s$ nicht negativ seyn darf, so ist auch die Summe beider Gröfsen oder k nicht negativ, also noch vielmehr $s-w$, $s+k-w$, $s+2k-w$ nicht negativ. Da also $s+k-w$ nicht negativ ist, so ist auch $s \geqq \frac{s+w-k}{2}$, folglich nach (33.) w der höchste Werth für α, und für diesen giebt es die *einzige mögliche* Auflösung:

$$\alpha = w,\ \beta = w+2k-s,\ \gamma = s-w-k,\ \delta = 0,\ \varepsilon = 0.$$

40. Ist s, w und k so gegeben, dafs

$$\frac{s+w-k}{2} \geqq s,$$

so ist auch $w-s-k$ nicht negativ. Da nun, wenn die Aufgabe möglich seyn soll, nach (6.) $s+2k-w$ nicht negativ seyn darf, so ist auch die Summe beider Gröfsen oder k nicht negativ, also noch vielmehr $w-s$, $w+k-s$, $w+2k-s$ nicht negativ. Da also $w+k-s$ nicht negativ ist, so ist auch $w \geqq \frac{s+w-k}{2}$, folglich nach (33.) s der höchste Werth für α, und für diesen giebt es die *einzige mögliche* Auflösung:

$$\alpha = s,\ \beta = 0,\ \gamma = 0,\ \delta = s+2k-w,\ \varepsilon = w-s-k.$$

41. Wie also auch die Zahlen s, w, k gegeben seyn mögen, so giebt es allemal, dafern nur jede der in (8.) erwähnten sechs Gröfsen eine ganze nicht negative Zahl ist, für den höchsten Werth, welchen α nach (33.) annehmen kann, *höchstens zwei*, und *wenigstens eine* Auflösung, den einzigen in (17.) bemerkten Fall ausgenommen, wenn $s = w > 0$, und $k = 1$ gegeben ist, wo gar keine Auflösung möglich ist.

42. Aus der Gleichung 2) in (3.) erhellet sogleich, dafs α niemals

. . . s + w

Digitized by Google

43. Die Summe der beiden ganzen, nach (6.) nicht negativen Zahlen $s+2k-w$ und $w+2k-s$ ist $4k$, also ein Vielfaches von 4.

44. Je nachdem also die eine dieser Zahlen durch 4 dividirt 0, 1, 2, 3 zum Reste läſst, je nachdem wird auch die andere ebenfalls durch 4 dividirt 0, 3, 2, 1 zum Reste übrig lassen.

45. Läſst sich jede dieser Zahlen durch 4 ohne Rest dividiren, und ist $\frac{s+w}{2}-k$ nicht negativ, so ist dieses der kleinste Werth, den α annehmen kann, und für diesen giebt es die *einzige mögliche* Auflösung:

$$\alpha=\frac{s+w}{2}-k,\ \beta=0,\ \gamma=\frac{s+2k-w}{4},\ \delta=0,\ \varepsilon=\frac{w+2k-s}{4}.$$

46. Läſst aber $s+2k-w$ den Rest 3, und $w+2k-s$ den Rest 1, und ist $\frac{s+w+1}{2}-k$ nicht negativ, so ist dieses der kleinste Werth, den α annehmen kann, und für diesen giebt es die *einzige mögliche* Auflösung:

$$\alpha=\frac{s+w+1}{2}-k,\ \beta=1,\ \gamma=\frac{s+2k-w-3}{4},\ \delta=0,\ \varepsilon=\frac{w+2k-s-1}{4}.$$

47. Läſst aber umgekehrt $s+2k-w$ den Rest 1, und $w+2k-s$ den Rest 3, und ist $\frac{s+w+1}{2}-k$ nicht negativ, so ist dieses der kleinste Werth, den α annehmen kann, und für diesen giebt es die *einzige mögliche* Auflösung:

$$\alpha=\frac{s+w+1}{2}-k,\ \beta=0,\ \gamma=\frac{s+2k-w-1}{4},\ \delta=1,\ \varepsilon=\frac{w+2k-s-3}{4}.$$

48. Lassen endlich die beiden Zahlen $s+2k-w$, und $w+2k-s$ durch 4 dividirt 2 zum Reste, und ist $\frac{s+w}{2}+1-k$ nicht negativ, so

Digitized by Google

entweder

$$\alpha = \frac{s+w}{2} + 1 - k,\ \beta = 2,\ \gamma = \frac{s+2k-w-6}{4},\ \delta = 0,\ \varepsilon = \frac{w+2k-s-2}{4}$$

oder

$$\alpha = \frac{s+w}{2} + 1 - k,\ \beta = 0,\ \gamma = \frac{s+2k-w-2}{4},\ \delta = 2,\ \varepsilon = \frac{w+2k-s-6}{4}.$$

Ausser diesen beiden Auflösungen sind für gedachten Werth von α keine andern möglich.

49. Ist hier $s + 2k - w = 2$, so wird die erste Auflösung unmöglich, und ist $w + 2k - s = 2$, so wird die zweite unmöglich. Ist hingegen $s + 2k - w > 2$, so ist die erste Auflösung möglich, und ist $w + 2k - s > 2$, so ist die zweite möglich.

50. Es können also unter der Voraussetzung, daſs $s + 2k - w$ und $w + 2k - s$ durch 4 dividirt 2 zum Reste lassen, und $\frac{s+w}{2} + 1 - k$ nicht negativ ist, beide Auflösungen in (48.) möglich seyn, es kann aber auch nur eine möglich, und die andere unmöglich seyn, und in beiden Fällen ist $\frac{s+w}{2} + 1 - k$ der niedrigste Werth, den α annehmen kann. Es können aber auch beide Auflösungen zugleich unmöglich seyn, wenn nämlich zugleich $s + 2k - w = 2$, und $w + 2k - s = 2$, oder, welches einerlei ist, wenn $s = w > 0$, $k = 1$ ist. Dann giebt es nach (17.) *gar keine* Auflösung.

51. Die in (45.) — (48.) angegebenen Bestimmungen des kleinsten Werthes von α und der zugehörigen Auflösungen gelten bloſs dann, wenn dieser Werth nicht negativ ausfällt. Ist aber dieses der Fall, so ist o der niedrigste Werth von α.

52. Eben so erhellet, daſs dann nothwendig $s + w < 2k$ seyn müsse.

53. Ist nun noch überdieſs $2k \overline{>} w + 2s$, so ist

$\alpha = 0$, $\beta = s$, $\gamma = 0$, $\delta = 2k - w - 2s$, $\varepsilon = s + w - k$


Digitized by Google

54. Ist hingegen $2k \leqq w + 2s$, so ist
entweder

$\alpha = 0$, $\beta = 2k - s - w$, $\gamma = s + \frac{1}{2}w - k$, $\delta = 0$, $\varepsilon = \frac{1}{2}w$.

oder

$\alpha = 0$, $\beta = 2k - s - w - 1$, $\gamma = s + \frac{1}{2}(w + 1) - k$, $\delta = 1$, $\varepsilon = \frac{1}{2}(w - 1)$,

je nachdem w gerade oder ungerade ist, die erste Auflösung der Rubrik für $\alpha = 0$.

55. Ist abermals o der niedrigste Werth von α, ferner $s + w < 2k$, und noch überdiefs $2k \geqq s + 2w$, so ist

$\alpha = 0$, $\beta = 2k - s - 2w$, $\gamma = s + w - k$, $\delta = w$, $\varepsilon = 0$.

die letzte Auflösung der Rubrik für $\alpha = 0$.

56. Ist hingegen wie vorhin o der niedrigste Werth von α, und $s + w < 2k$, jedoch noch überdiefs $2k \leqq s + 2w$, so ist
entweder

$\alpha = 0$, $\beta = 0$, $\gamma = \frac{1}{2}s$, $\delta = 2k - w - s$, $\varepsilon = \frac{1}{2}s + w - k$

oder

$\alpha = 0$, $\beta = 1$, $\gamma = \frac{1}{2}(s - 1)$, $\delta = 2k - w - s - 1$, $\varepsilon = \frac{1}{2}(s + 1) + w - k$

je nachdem s gerade oder ungerade ist, die letzte Auflösung der Rubrik für $\alpha = 0$.

57. Nun sind wir im Stande, sämmtliche Auflösungen der vorgelegten Gleichungen in Rubriken, wie oben angegeben worden, nämlich so darzustellen, dafs jede Rubrik einerlei α enthalte, darinnen die Werthe von β von oben nach unten abnehmen, jede folgende Rubrik aber ein niedrigeres α enthalte, als die zunächst vorhergehende. Man hat zu dem Ende folgende Regeln zu beobachten:

1) Man bestimme nach den Betrachtungen von (34.) bis (40.) den höchsten Werth, welchen α annehmen kann, und die ihm entsprechenden eine oder zwei Auflösungen, und schreibe, wenn es zwei Auflösungen giebt, diejenige zuerst, welche das gröfsere β enthält, so erhält man

Digitized by Google

wenn $s > \frac{s+w-k}{2}$ und auch $w > \frac{s+w-k}{2}$, nach (34.) bis (38.);

wenn $\frac{s+w-k}{2} \overline{\gtrless} w$, nach (39.);

wenn $\frac{s+w-k}{2} \overline{\gtrless} s$, nach (40.).

2) Aus der ersten Auflösung jeder Rubrik leite man eine andere Auflösung nach (24.) ab, und wenn diefs nicht geschehen kann, nach (26.), und wenn auch diefs nicht seyn kann, nach (29.), so bekommt man, wie in (25.), (27.) und (30.) gezeigt worden, die erste Auflösung der nächst folgenden Rubrik.

3) Aus der ersten Auflösung jeder Rubrik leite man alle übrige nach (20.), oder so ab, dafs die Werthe von β und ε, so lange es geschehen kann, immer um 2 und 1 *vermindert,* die von δ und γ aber immer um 2 und 1 *vermehrt* werden.

4) So fahre man fort, bis man eine Rubrik erhält, aus deren erster Auflösung nach 2) keine neue abgeleitet werden kann, so ist dieses nach (32.) die letzte.

Einige Beispiele werden diese Regeln erläutern.

Erstes Beispiel. Es sey $s=7$, $w=8$, $k=11$, so ist $\frac{s+w-k}{2}=2$, also dieses *kleiner* als s und w. Es sind daher die Betrachtungen von (34.) bis (38.) anzuwenden. Nach diesen ist 2 der höchste Werth von α, für diesen ergiebt sich nach (35.) die einzig mögliche Auflösung $\alpha=2$, $\beta=5$, $\gamma=0$, $\delta=6$, $\varepsilon=0$, aus welcher alle übrige abgeleitet werden, wie fol-

Digitized by Google

α	β	γ	δ	ε
2	5	0	6	0
1	6	0	3	2
1	4	1	5	1
1	2	2	7	0
0	7	0	0	4
0	5	1	2	3
0	3	2	4	2
0	1	3	6	1

Zweites Beispiel. Es sey $s = 13$, $w = 14$, $k = 11$, so ist $\frac{s+w-k}{2} = 8$, also wieder dieses *kleiner* als s und w. Es sind daher die Betrachtungen von (34.) bis (38.) anzuwenden. Nach diesen ist 8 der höchste Werth von α, und für diesen ergiebt sich nach (35.) die einzig mögliche Auflösung $\alpha = 8$, $\beta = 5$, $\gamma = 0$, $\delta = 6$, $\varepsilon = 0$, aus welcher alle übrige abgeleitet werden, wie folgende Tafel angiebt:

α	β	γ	δ	ε
8	5	0	6	0
7	6	0	3	2
7	4	1	5	1
7	2	2	7	0
6	7	0	0	4
6	5	1	2	3
6	3	2	4	2
6	1	3	6	1
5	4	2	1	4
5	2	3	3	3
5	0	4	5	2
4	3	3	0	5
4	1	4	2	4
3	0	5	1	5 *)

*) Weil bei diesem und dem ersten Beispiele die Werthe von k und s — w einerlei sind, die Werthe von s und w aber im ersten Beispiele um 6 kleiner sind, als

Digitized by Google

Drittes Beispiel. Es sey $s = 17$, $w = 22$, $k = 10$, so ist $\frac{s+w-k}{2} = 14\frac{1}{2}$, also wieder dieses *kleiner* als s und w. Es sind daher abermals die Betrachtungen von (34.) bis (38.) anzuwenden. Nach diesen ist 14 der höchste Werth von α, für diesen ergeben sich nach (36.) zwei Auflösungen, aus welchen alle übrige abgeleitet werden, wie folgende Tafel angiebt:

α	β	γ	δ	ε
14	3	0	6	1
14	1	1	8	0
13	4	0	3	3
13	2	1	5	2
13	0	2	7	1
12	5	0	0	5
12	3	1	2	4
12	1	2	4	3
11	2	2	1	5
11	0	3	3	4
10	1	3	0	6

Viertes Beispiel. Es sey $s = 17$, $w = 18$, $k = 16$, so ist $\frac{s+w-k}{2} = 9\frac{1}{2}$, also wieder dieses *kleiner* als s und w. Es sind daher abermals die Betrachtungen von (34.) bis (38.) anzuwenden. Nach diesen ist 9 der höchste Werth von α, für diesen giebt es nach (36.) zwei Auflösungen, aus welchen alle übrige abgeleitet werden, wie folgende Tafel angiebt:

α nicht niedriger als 6 ist, die Werthe von α um 6 vermindert. Eben so könnte man auf ähnliche Art rückwärts die ersten Auflösungen des zweiten Beispiels, diejenigen nämlich, worinnen $\alpha \leqq 6$ ist, aus denen des ersten ableiten, wenn man

Digitized by Google

α	β	γ	δ	ε
9	8	0	7	1
9	6	1	9	0
8	9	0	4	3
8	7	1	6	2
8	5	2	8	1
8	3	3	10	0
7	10	0	1	5
7	8	1	3	4
7	6	2	5	3
7	4	3	7	2
7	2	4	9	1
7	0	5	11	0
6	9	1	0	6
6	7	2	2	5
6	5	3	4	4
6	3	4	6	3
6	1	5	8	2
5	6	3	1	6
5	4	4	3	5
5	2	5	5	4
5	0	6	7	3
4	5	4	0	7
4	3	5	2	6
4	1	6	4	5
3	2	6	1	7
3	0	7	3	6
2	1	7	0	8

Fünftes Beispiel. Es sey $s = 5$, $w = 18$, $k = 7$, so ist $\frac{s+w-k}{2} = 8$, also dieses *größer* als s. Es ist daher hier die Betrachtung in (40.) anzuwenden, und nach dieser giebt es die einzige Auflösung $\alpha = 5$, $\beta = 0$, $\gamma = 0$, $\delta = 1$, $\varepsilon = 6$, aus welcher sich keine neue ableiten läßt. Dieß war das Beispiel, welches Sie mir vorlegten.

Als Zusatz bemerke ich, daß das Verhältniß des Sauer- Wasser-

Digitized by Google

zen Zahl multiplicirt. Dadurch wird die Menge der Auflösungen eigentlich unendlich grofs, wenn man keine Gränze annimmt, welche die Werthe von α, β, γ, δ und ε nicht übersteigen dürfen. Nimmt man abe1 eine solche Gränze z. B. 3 an, so bleibt die Menge der Auflösungen immer endlich.

Erstes Beispiel. Es sey anfangs $s=2$, $w=2$, $k=3$, so giebt es nach (34.) bis (38.) die Auflösungen:

α	β	γ	δ	ε
0	2	0	0	1
0	0	1	2	0

welche sämmtlich brauchbar sind, wenn 3 die Gränze der Elemente ist.

Nun sey $s=4$, $w=4$, $k=6$, so hat man eben so die Auflösungen:

α	β	γ	δ	ε
1	3	0	3	0
0	4	0	0	2
0	2	1	2	1
0	0	2	4	0

Von diesen Auflösungen trifft die zweite und vierte mit beiden vorigen überein. Die erste und dritte aber ist neu, und brauchbar, wenn 3 die Gränze der Elemente ist.

Nun setze man $s=6$, $w=6$, $k=9$, so hat man die Auflösungen:

α	β	γ	δ	ε
1	5	0	3	1
1	3	1	6	0
0	6	0	0	3
0	4	1	2	2
0	2	2	4	1
0	0	3	6	0

Digitized by Google

welche aber sämmtlich unbrauchbar sind, wenn 3 die Gränze der Elemente ist.

Eben so würde man lauter für diese Gränze unbrauchbare Auflösungen erhalten, wenn man s=8, w=8, k=12 annehmen wollte u. s. w.

Ist also 3 die Gränze der Elemente, so hat man in allem blofs die Auflösungen:

α	β	γ	δ	ε
1	3	0	3	0
0	2	1	2	1
0	2	0	0	1
0	0	1	2	0

Zweites Beispiel. Es sey anfangs s=5, w=2, k=4, so hat man nach (34.) bis (38.) die Auflösungen:

α	β	γ	δ	ε
1	2	1	1	0
0	1	2	0	1

welche beide für die Gränze 3 brauchbar sind.

Nun setze man s=10, w=4, k=8, so hat man die Auflösungen:

α	β	γ	δ	ε
3	7	0	1	0
2	6	1	0	1
2	4	2	2	0
1	3	3	1	1
1	1	4	3	0
0	2	4	0	2
0	0	5	2	1

Digitized by Google

Setzte man $s = 15$, $w = 6$, $k = 12$, so würde man für die Gränze 3 lauter unbrauchbare Auflösungen erhalten, und das würde bei noch höhern Werthen von s, w und k noch vielmehr der Fall seyn.

Ist also 3 die Gränze, so hat man blofs die 3 brauchbaren Auflösungen:

α	β	γ	δ	ε
1	3	3	1	1
1	2	1	1	0
0	1	2	0	1

Drittes Beispiel. Es sey anfangs $s = 3$, $w = 4$, $k = 4$, so hat man die Auflösungen

α	β	γ	δ	ε
1	2	0	1	1
1	0	1	3	0
0	1	1	0	2

welche sämmtlich für die Gränze 3 brauchbar sind.

Nun setze man $s = 6$, $w = 8$, $k = 8$, so erhält man die Auflösungen

α	β	γ	δ	ε
3	3	0	5	0
2	4	0	2	2
2	2	1	4	1
2	0	2	6	0
1	3	1	1	3
1	1	2	3	2
0	2	2	0	4
0	0	3	2	3

von welchen blofs die fünfte, sechste und achte für die erwähnte Gränze

Digitized by Google

Setzte man $s=9$, $w=12$, $k=12$, so würde man für die Gränze 3 lauter unbrauchbare Auflösungen erhalten, und das würde noch vielmehr der Fall seyn, wenn man $s=12$, $w=16$, $k=16$ u. s. w. setzen wollte.

Es sind also für die Gränze 3 die brauchbaren Auflösungen bloſs folgende:

α	β	γ	δ	ε
1	3	1	1	3
1	2	0	1	1
1	1	2	3	2
1	0	1	3	0
0	1	1	0	2
0	0	3	2	3

wie in Ihrem Briefe auch angegeben wurde.

Ueberhaupt ist zu bemerken, und leicht einzusehen, daſs keine für erwähnte Gränze brauchbaren Auflösungen Statt finden können, wenn eine der drei Gröſsen s, w und k gröſser als 12 gegeben ist.

Digitized by Google

Nachtrag.

Was in (27.) von der *ersten* Auflösung einer Rubrik gesagt worden, gilt überhaupt von *jeder* Auflösung, wenn sie auch nicht eine erste in der zugehörigen Rubrik seyn sollte, indem der dort geführte Beweis dieses letztere nirgends voraussetzt.

Da übrigens nach gedachtem Beweis δ, also noch vielmehr $\delta - 1$ kleiner als 3 ist, so läſst sich auch auf die abgeleitete Auflösung das Verfahren in (24.) nicht anwenden.

Was ferner in (30.) gesagt worden, kann noch allgemeiner und bestimmter so ausgedrückt werden:

Läſst sich auf irgend eine Auflösung zwar nicht das Verfahren in (26.), wohl aber das in (29.) anwenden, so ist die gegebene sowohl, als auch die abgeleitete Auflösung eine *erste* in der zugehörigen Rubrik, und auf die gegebene sowohl, als abgeleitete Auflösung das Verfahren in (24.) nicht anwendbar. Denn weil sich auf die gegebene Auflösung das Verfahren in (29.) anwenden läſst, so ist darinnen $\alpha \gtreqless 1$, $\beta \gtreqless 3$. Weil aber das Verfahren in (26.) *nicht* darauf angewendet werden kann, entweder $\alpha < 1$, oder $\beta < 1$, oder $\delta < 1$. Die beiden ersten Annahmen aber können nicht Statt finden, weil sie der Voraussetzung $\alpha \gtreqless 1$, $\beta \gtreqless 3$ widersprechen. Es ist also nothwendig $\delta < 1$, mithin ist auch $\delta < 2$, und $\delta + 1 < 2$, also sowohl die gegebene als abgeleitete Auflösung nach (21.) eine *erste* in der zugehörigen Rubrik. Es ist aber auch $\delta < 3$, und $\delta + 1 < 3$, also sowohl auf die gegebene, als auch abgeleitete Auflösung das Verfahren in (24.) nicht anwendbar.

Digitized by Google

Wir lassen nun die mit vieler Mühe berechneten Tafeln folgen, welche alle oben (S. 69 — 75) angegebenen 961 Complexionen der fünf binären Verbindungen des Sauerstoffs, Wasserstoffs und Kohlenstoffs enthalten. Es bezeichnet:

a	einen Verhältnifstheil	(Massentheil,	Atom)	Wasser
b	-	-	-	-	Kohlenoxydgas
c	-	-	-	-	Kohlensäure
d	-	-	-	-	Oelerzeugendes Gas
e	-	-	-	-	Kohlenwasserstoffgas.

Um die Tafeln nicht zu weitläufig zu machen, gingen wir blofs bis auf drei Verhältnifstheile.

Zur Erklärung dieser Tafeln fügen wir nur noch folgendes bei. Die erste Spalte enthält die fortlaufenden Nummern der Complexionen. Die zweite die Nummern der mit jenen gleichgeltenden Complexionen, d. h. derjenigen, welche zwar an sich verschieden sind, aber doch auf einerlei Verhältnifs der Grundstoffe führen. Da nur ein einziges Mal der Fall eintrat, wo 21 solche gleichgeltende Complexionen gefunden wurden, und die Nummern dieser 21 Complexionen wegen Mangel an Raum nicht füglich in der zweiten Spalte aufgeführt werden konnten: so haben wir bei diesen Complexionen, welche die mit den Nummern 55, 127, 188, 235, 242, 304, 311, 380, 387, 449, 456, 503, 568, 575, 643, 705, 712, 759, 824, 831, 900 bezeichneten sind, statt derselben den Buchstaben S gesetzt. Die dritte Spalte enthält die Zusammensetzungen der binären Verbindungen selbst, in der Ordnung, wie die Complexionen oben (S. 69 — 75) auf einander folgen, und zwar so, dafs das letzte Element am weitesten zur Rechten mit a, das vorletzte zunächst zur Linken mit b u. s. w. als Coëfficient verbunden ist. Die vierte Spalte enthält die Summe der in der fünften, sechsten und siebenten angegebenen Verhältnifszahlen des Sauer- Wasser- und Kohlenstoffs; es sind daher diese Zahlen in der vierten Spalte zugleich die stöchiometrischen Werthe von den in der dritten befindlichen Zusammensetzungen der binären Verbindungen. Endlich enthalten die drei letzten Spalten die Reduction

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
1		a	9	8	1	0	88,89	11,11	0
2		b	14	8	0	6	57,14	0	42,86
3	84,89,276,281	b+a	23	16	1	6	69,56	4,35	26,09
4		b+2a	32	24	2	6	75,00	6,25	18,75
5		b+3a	41	32	3	6	78,05	7,32	14,63
6	87,96,274,283	2b+a	37	24	1	12	64,87	2,70	32,43
7		2b+3a	55	40	3	12	72,73	5,45	21,82
8	82,95,282	3b+a	51	32	1	18	62,75	1,96	35,29
9	83,97,284	3b+2a	60	40	2	18	66,67	3,33	30,00
10		c	22	16	0	6	72,73	0	27,27
11		c+a	31	24	1	6	77,42	3,23	19,35
12		c+2a	40	32	2	6	80,00	5,00	15,00
13		c+3a	49	40	3	6	81,63	6,12	12,25
14		c+b	36	24	0	12	66,67	0	33,33
15		c+b+a	45	32	1	12	71,11	2,22	26,67
16		c+b+2a	54	40	2	12	74,08	3,70	22,22
17		c+b+3a	63	48	3	12	76,19	4,76	19,05
18		c+2b	50	32	0	18	64,00	0	36,00
19		c+2b+a	59	40	1	18	67,80	1,69	30,51
20		c+2b+2a	68	48	2	18	70,59	2,94	26,47
21		c+2b+3a	77	56	3	18	72,72	3,90	23,38
22		c+3b	64	40	0	24	62,50	0	37,50
23	98	c+3b+a	73	48	1	24	65,75	1,37	32,88
24	99	c+3b+2a	82	56	2	24	68,29	2,44	29,27
25	100	c+3b+3a	91	64	3	24	70,33	3,30	26,37
26		2c+a	53	40	1	12	75,47	1,89	22,64
27		2c+3a	71	56	3	12	78,87	4,23	16,90
28		2c+b	58	40	0	18	68,97	0	31,03
29		2c+b+a	67	48	1	18	71,64	1,49	26,87
30		2c+b+2a	76	56	2	18	73,68	2,64	23,68
31		2c+b+3a	85	64	3	18	75,29	3,53	21,18

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
32		2c+2b+a	81	56	1	24	69,14	1,23	29,63
33		2c+2b+3a	99	72	3	24	72,73	3,03	24,24
34		2c+3b	86	56	0	30	65,12	0	34,88
35		2c+3b+a	95	64	1	30	67,37	1,05	31,58
36		2c+3b+2a	104	72	2	30	69,23	1,92	28,85
37		2c+3b+3a	113	80	3	30	70,80	2,65	26,55
38		3c+a	75	56	1	18	74,67	1,33	24,00
39		3c+2a	84	64	2	18	76,19	2,38	21,43
40		3c+b	80	56	0	24	70,00	0	30,00
41		3c+b+a	89	64	1	24	71,91	1,12	26,97
42		3c+b+2a	98	72	2	24	73,47	2,04	24,49
43		3c+b+3a	107	80	3	24	74,77	2,80	22,43
44		3c+2b	94	64	0	30	68,09	0	31,91
45		3c+2b+a	103	72	1	30	69,90	0,97	29,13
46		3c+2b+2a	112	80	2	30	71,42	1,79	26,79
47		3c+2b+3a	121	88	3	30	72,73	2,48	24,79
48		3c+3b+a	117	80	1	36	68,38	0,85	30,77
49		3c+3b+2a	126	88	2	36	69,84	1,59	28,57
50		d	7	0	1	6	0	14,29	85,71
51	486,545,736,797	d+a	16	8	2	6	50,00	12,50	37,50
52		d+2a	25	16	3	6	64,00	12,00	24,00
53		d+3a	34	24	4	6	70,59	11,76	17,65
54		d+b	21	8	1	12	38,10	4,76	57,14
55	S	d+b+a	30	16	2	12	53,33	6,67	40,00
56	243,313	d+b+2a	39	24	3	12	61,54	7,69	30,77
57	244	d+b+3a	48	32	4	12	66,67	8,33	25,00
58		d+2b	35	16	1	18	45,71	2,86	51,43
59	203,246,319,402,475	d+2b+a	44	24	2	18	54,55	4,54	40,91
60	205,247,321,404	d+2b+2a	53	32	3	18	60,38	5,66	33,96
61	248	d+2b+3a	62	40	4	18	64,52	6,45	[illegible]

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
63	66,139,211,250,330,410	d+3b+a	58	32	2	24	55,17	3,45	41,38
64	142,213,251,412	d+3b+2a	67	40	3	24	59,70	4,48	35,82
65	67,252,333,528	d+3b+3a	76	48	4	24	63,16	5,26	31,58
66	63,139,211,250,330,410	d+c	29	16	1	12	55,17	3,45	41,38
67	65,252,333,528	d+c+a	38	24	2	12	63,16	5,26	31,58
68		d+c+2a	47	32	3	12	68,09	6,38	25,53
69		d+c+3a	56	40	4	12	71,43	7,14	21,43
70		d+c+b	43	24	1	18	55,81	2,33	41,86
71	258,343	d+c+b+a	52	32	2	18	61,54	3,85	34,61
72	259,345	d+c+b+2a	61	40	3	18	65,57	4,92	29,51
73	260	d+c+b+3a	70	48	4	18	68,58	5,71	25,71
74		d+c+2b	57	32	1	24	56,14	1,75	42,11
75	262,351	d+c+2b+a	66	40	2	24	60,61	3,03	36,36
76	263,353	d+c+2b+2a	75	48	3	24	64,00	4,00	32,00
77	264	d+c+2b+3a	84	56	4	24	66,67	4,76	28,57
78		d+c+3b	71	40	1	30	56,34	1,41	42,25
79	154,266	d+c+3b+a	80	48	2	30	60,00	2,50	37,50
80	155,267	d+c+3b+2a	89	56	3	30	62,92	3,37	33,71
81	156,268	d+c+3b+3a	98	64	4	30	65,31	4,08	30,61
82	8,95,282	d+2c	51	32	1	18	62,75	1,96	35,29
83	9,97,284	d+2c+a	60	40	2	18	66,67	3,33	30,00
84	3,89,276,281	d+2c+2a	69	48	3	18	69,56	4,35	26,09
85		d+2c+3a	78	56	4	18	71,79	5,13	23,08
86		d+2c+b	65	40	1	24	61,54	1,54	36,92
87	6,96,274,283	d+2c+b+a	74	48	2	24	64,87	2,70	32,43
88	275	d+2c+b+2a	83	56	3	24	67,47	3,61	28,92
89	3,84,276,281	d+2c+b+3a	92	64	4	24	69,56	4,35	26,09
90		d+2c+2b	79	48	1	30	60,76	1,27	37,97
91	278	d+2c+2b+a	88	56	2	30	63,64	2,27	34,09
92	279	d+2c+2b+2a	97	64	[illegible]	30	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
94		d+2c+3b	93	56	1	36	60,21	1,08	38,71
95	8,82,282	d+2c+3b+a	102	64	2	36	62,75	1,96	35,29
96	6,87,274,283	d+2c+3b+2a	111	72	3	36	64,87	2,70	32,43
97	9,83,284	d+2c+3b+3a	120	80	4	36	66,67	3,33	30,00
98	23	d+3c	73	48	1	24	65,75	1,37	32,88
99	24	d+3c+a	82	56	2	24	68,29	2,44	29,27
100	25	d+3c+2a	91	64	3	24	70,33	3,30	26,37
101		d+3c+3a	100	72	4	24	72,00	4,00	24,00
102		d+3c+b	87	56	1	30	64,37	1,15	34,48
103		d+3c+b+a	96	64	2	30	66,67	2,08	31,25
104		d+3c+b+2a	105	72	3	30	68,57	2,86	28,57
105		d+3c+b+3a	114	80	4	30	70,17	3,51	26,32
106		d+3c+2b	101	64	1	36	63,37	0,99	35,64
107		d+3c+2b+a	110	72	2	36	65,45	1,82	32,73
108		d+3c+2b+2a	119	80	3	36	67,23	2,52	30,25
109		d+3c+2b+3a	128	88	4	36	68,75	3,13	28,12
110		d+3c+3b	115	72	1	42	62,61	0,87	36,52
111		d+3c+3b+a	124	80	2	42	64,52	1,61	33,87
112		d+3c+3b+2a	133	88	3	42	66,16	2,26	31,58
113		d+3c+3b+3a	142	96	4	42	67,60	2,82	29,58
114	543,664,734,859	2d+a	23	8	3	12	34,78	13,04	52,18
115		2d+3a	41	24	5	12	58,54	12,19	29,27
116		2d+b	28	8	2	18	28,57	7,14	64,29
117	306,439,551,742,871	2d+b+a	37	16	3	18	43,24	8,11	48,65
118	307,441,553,744	2d+b+2a	46	24	4	18	52,17	8,70	39,13
119	308	2d+b+3a	55	32	5	18	58,18	9,09	32,73
120	310,447	2d+2b+a	51	24	3	24	47,06	5,88	47,06
121	312,510,833	2d+2b+3a	69	40	5	24	57,97	7,25	34,78
122		2d+3b	56	24	2	30	42,86	3,57	53,57
123	308,314	2d+3b+a	65	32	3	30	49,23	4,62	46,15

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
125	200,316,513,841	2d+3b+3a	83	48	5	30	57,83	6,02	36,15
126	180,234,378	2d+c	36	16	2	18	44,44	5,56	50,00
127	S	2d+c+a	45	24	3	18	53,33	6,67	40,00
128	236,577,767	2d+c+2a	54	32	4	18	59,26	7,41	33,33
129	237	2d+c+3a	63	40	5	18	63,49	7,94	28,57
130	238	2d+c+b	50	24	2	24	48,00	4,00	48,00
131	239,322,471,583,772	2d+c+b+a	59	32	3	24	54,24	5,08	40,68
132	240,323,473,585,774	2d+c+b+2a	68	40	4	24	58,82	5,88	35,30
133	241,324	2d+c+b+3a	77	48	5	24	62,34	6,49	31,17
134		2d+c+2b	64	32	2	30	50,00	3,13	46,87
135	326,479	2d+c+2b+a	73	40	3	30	54,79	4,11	41,10
136	327,481,522	2d+c+2b+2a	82	48	4	30	58,54	4,88	36,58
137	328,523	2d+c+2b+3a	91	56	5	30	61,54	5,49	32,97
138		2d+c+3b	78	40	2	36	51,28	2,57	46,15
139	63,66,211,250,330,410	2d+c+3b+a	87	48	3	36	55,17	3,45	41,38
140	214,331,526	2d+c+3b+2a	96	56	4	36	58,33	4,17	37,50
141	215,332,527	2d+c+3b+3a	105	64	5	36	60,95	4,76	34,29
142	64,213,251,412	2d+2c+a	67	40	3	24	59,70	4,48	35,82
143	253	2d+2c+3a	85	56	5	24	65,88	5,88	28,24
144	254	2d+2c+b	72	40	2	30	55,55	2,78	41,67
145	255,338	2d+2c+b+a	81	48	3	30	59,26	3,70	37,04
146	256,339	2d+2c+b+2a	90	56	4	30	62,22	4,45	33,33
147	257,340	2d+2c+b+3a	99	64	5	30	64,65	5,05	30,30
148	342	2d+2c+2b+a	95	56	3	36	58,95	3,16	37,89
149	344	2d+2c+2b+3a	113	72	5	36	63,72	4,42	31,86
150		2d+2c+3b	100	56	2	42	56,00	2,00	42,00
151	346	2d+2c+3b+a	109	64	3	42	58,72	2,75	38,53
152	347	2d+2c+3b+2a	118	72	4	42	61,02	3,39	35,59
153	348	2d+2c+3b+3a	127	80	5	42	62,99	3,94	33,07
154	79,266	2d+3c	80	48	2	30	60,00	[illegible]	[illegible]

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
156	81,268	2d+3c+2a	98	64	4	30	65,31	4,08	30,61
157	269	2d+3c+3a	107	72	5	30	67,29	4,67	28,04
158	270	2d+3c+b	94	56	2	36	59,57	2,13	38,30
159	271	2d+3c+b+a	103	64	3	36	62,14	2,91	34,95
160	272	2d+3c+b+2a	112	72	4	36	64,29	3,57	32,14
101	273	2d+3c+b+3a	121	80	5	36	66,12	4,13	29,75
162		2d+3c+2b	108	64	2	42	59,26	1,85	38,89
163		2d+3c+2b+a	117	72	3	42	61,54	2,56	35,90
164		2d+3c+2b+2a	126	80	4	42	63,49	3,18	33,33
165		2d+3c+2b+3a	135	88	5	42	65,19	3,70	31,11
166		2d+3c+3b	122	72	2	48	59,02	1,64	39,34
167		2d+3c+3b+a	131	80	3	48	61,07	2,29	36,64
168		2d+3c+3b+2a	140	88	4	48	62,86	2,86	34,28
169		2d+3c+3b+3a	149	96	5	48	64,43	3,36	32,21
170	484,663,858	3d+a	30	8	4	18	26,67	13,33	60,00
171	485,665,860	3d+2a	39	16	5	18	41,03	12,82	46,15
172		3d+b	35	8	3	24	22,86	8,57	68,57
173	230,370,427,618,671,866	3d+b+a	44	16	4	24	36,36	9,09	54,55
174	371,488,673,868	3d+b+2a	53	24	5	24	45,28	9,44	45,28
175	231,372,621,812	3d+b+3a	62	32	6	24	51,61	9,68	38,71
176		3d+2b	49	16	3	30	32,65	6,12	61,23
177	374,490	3d+2b+a	58	24	4	30	41,38	6,90	51,72
178	375,491,570,953	3d+2b+2a	67	32	5	30	47,76	7,46	44,78
179	376,492,571,955	3d+2b+3a	76	40	6	30	52,63	7,90	39,47
180	126,234,378	3d+3b+a	72	32	4	36	44,44	5,56	50,00
181	379,574,960	3d+3b+2a	81	40	5	36	49,38	6,17	44,45
182	298	3d+c	43	16	3	24	37,21	6,98	55,81
[illegible]	299,498,605,807,890	3d+c+a	52	24	4	24	46,15	[illegible]	46,16

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
187	303,386,502,703,898	3d+c+b+a	66	32	4	30	48,49	6,06	45,45
188	S	3d+c+b+2a	75	40	5	30	53,33	6,67	40,00
189	305,388,504	3d+c+b+3a	84	48	6	30	57,14	7,14	35,72
190		3d+c+2b	71	32	3	36	45,07	4,23	50,70
191	390,506	3d+c+2b+a	80	40	4	36	50,00	5,00	45,00
192	391,507,586	3d+c+2b+2a	89	48	5	36	53,93	5,62	40,45
193	392,508,587	3d+c+2b+3a	98	56	6	36	57,14	6,12	36,74
194		3d+c+3b	85	40	3	42	47,06	3,53	49,41
195	394	3d+c+3b+a	94	48	4	42	51,06	4,26	44,68
196	395,590	3d+c+3b+2a	103	56	5	42	54,37	4,85	40,78
197	396,591	3d+c+3b+3a	112	64	6	42	57,14	5,36	37,50
198	123,314	3d+2c	65	32	3	30	49,23	4,62	46,15
199	124,315,512,839	3d+2c+a	74	40	4	30	54,05	5,41	40,54
200	125,316,513,841	3d+2c+2a	83	48	5	30	57,83	6,02	36,15
201	317,514	3d+2c+3a	92	56	6	30	60,87	6,52	32,61
202	318	3d+2c+b.	79	40	3	36	50,63	3,80	45,57
203	59,246,319,402,475	3d+2c+b+a	88	48	4	36	54,55	4,54	40,91
204	320,403,516	3d+2c+b+2a	97	56	5	36	57,73	5,16	37,11
205	60,247,321,404	3d+2c+b+3a	106	64	6	36	60,38	5,66	33,96
206		3d+2c+2b	93	48	3	42	51,61	3,23	45,16
207	406,518	3d+2c+2b+a	102	56	4	42	54,90	3,92	41,18
208	407,519	3d+2c+2b+2a	111	64	5	42	57,66	4,50	37,84
209	408,520	3d+2c+2b+3a	120	72	6	42	60,00	5,00	35,00
210		3d+2c+3b	107	56	3	48	52,34	2,80	44,86
211	63,66,139,250,330,410	3d+2c+3b+a	116	64	4	48	55,17	3,45	41,38
212	411	3d+2c+3b+2a	125	72	5	48	57,60	4,00	38,40
213	64,142,251,412	3d+2c+3b+3a	134	80	6	48	59,70	4,48	35,82
214	140,331,526	3d+3c+a	96	56	4	36	58,33	4,17	37,50
215	141,332,527	3d+3c+2a	105	64	5	36	60,95	4,76	34,29
216	334 [illegible]	3d+3c+b	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen: Summe	Stöchiometrische Zahlen: Sauerst.	Stöchiometrische Zahlen: Wasserst.	Stöchiometrische Zahlen: Kohlenst.	Nach 100 Theilen berechnet: Sauerst.	Nach 100 Theilen berechnet: Wasserst.	Nach 100 Theilen berechnet: Kohlenst.
218	336,531	3d+3c+b+2a	119	72	5	42	60,51	4,20	35,29
219	337,532	3d+3c+b+3a	128	80	6	42	62,50	4,69	32,81
220		3d+3c+2b	115	64	3	48	55,65	2,61	41,74
221	534	3d+3c+2b+a	124	72	4	48	58,06	3,23	38,71
222	535	3d+3c+2b+2a	133	80	5	48	60,15	3,76	36,09
223	536	3d+3c+2b+3a	142	88	6	48	61,97	4,23	33,80
224		3d+3c+3b+a	138	80	4	54	57,97	2,90	39,13
225		3d+3c+3b+2a	147	88	5	54	59,86	3,40	36,74
226		e	8	0	2	6	0	25,00	75,00
227		e+a	17	8	3	6	47,06	17,65	35,29
228		e+2a	26	16	4	6	61,54	15,38	23,08
229		e+3a	35	24	5	6	68,57	14,29	17,14
230	173,370,427,618,671,866	e+b	22	8	2	12	36,36	9,09	54,55
231	175,372,621,812	e+b+a	31	16	3	12	51,61	9,68	38,71
232		e+b+2a	40	24	4	12	60,00	10,00	30,00
233		e+b+3a	49	32	5	12	65,31	10,20	24,49
234	126,180,378	e+2b	36	16	2	18	44,44	5,56	50,00
235	S	e+2b+a	45	24	3	18	53,33	6,67	40,00
236	128,577,767	e+2b+2a	54	32	4	18	59,26	7,41	33,33
237	129	e+2b+3a	63	40	5	18	63,49	7,94	28,57
238	130	e+3b	50	24	2	24	48,00	4,00	48,00
239	131,322,471,583,772	e+3b+a	59	32	3	24	54,24	5,08	40,68
240	132,323,473,585,774	e+3b+2a	68	40	4	24	58,82	5,88	35,30
241	133,324	e+3b+3a	77	48	5	24	62,34	6,49	31,17
242	S	e+c	30	16	2	12	53,33	6,67	40,00
243	56,313	e+c+a	39	24	3	12	61,54	7,69	30,77
244	57	e+c+2a	48	32	4	12	66,67	8,33	25,00
245		e+c+3a	57	40	5	12	70,18	8,77	21,05

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
249		e+c+b+3a	71	48	5	18	67,61	7,04	25,35
250	63,66,139,211,330,410	e+c+2b	58	32	2	24	55,17	3,45	41,38
251	64,142,213,412	e+c+2b+a	67	40	3	24	59,70	4,48	35,82
252	65,67,333,528	e+c+2b+2a	76	48	4	24	63,16	5,26	31,58
253	143	e+c+2b+3a	85	56	5	24	65,88	5,88	28,24
254	144	e+c+3b	72	40	2	30	55,55	2,78	41,67
255	145,338	e+c+3b+a	81	48	3	30	59,26	3,70	37,04
256	146,339	e+c+3b+2a	90	56	4	30	62,22	4,45	33,33
257	147,340	e+c+3b+3a	99	64	5	30	64,65	5,05	30,30
258	71,343	e+2c	52	32	2	18	61,54	3,85	34,61
259	72,345	e+2c+a	61	40	3	18	65,57	4,92	29,51
260	73	e+2c+2a	70	48	4	18	68,58	5,71	25,71
261		e+2c+3a	79	56	5	18	70,89	6,33	22,78
262	75,351	e+2c+b	66	40	2	24	60,61	3,03	36,36
263	76,353	e+2c+b+a	75	48	3	24	64,00	4,00	32,00
264	77	e+2c+b+2a	84	56	4	24	66,67	4,76	28,57
265		e+2c+b+3a	93	64	5	24	68,81	5,38	25,81
266	79,154	e+2c+2b	80	48	2	30	60,00	2,50	37,50
267	80,155	e+2c+2b+a	89	56	3	30	62,92	3,37	33,71
268	81,156	e+2c+2b+2a	98	64	4	30	65,31	4,08	30,61
269	157	e+2c+2b+3a	107	72	5	30	67,29	4,67	28,04
270	158	e+2c+3b	94	56	2	36	59,57	2,13	38,30
271	159	e+2c+3b+a	103	64	3	36	62,14	2,91	34,95
272	160	e+2c+3b+2a	112	72	4	36	64,29	3,57	32,14
273	161	e+2c+3b+3a	121	80	5	36	66,12	4,13	29,75
274	6,87,96,283	e+3c	74	48	2	24	64,87	2,70	32,43
275	88	e+3c+a	83	56	3	24	67,47	3,61	28,92
276	3,84,89,281	e+3c+2a	92	64	4	24	69,56	4,35	26,09
277		e+3c+3a	101	72	5	24	71,29	4,95	23,76
278	91	e+3c+b	88	56	2	30	63,64	2,27	34,09
279	92	e+3c+b+a	97	64	3	30	65,98	3,09	30,93

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
280	93	e+3c+b+2a	106	72	4	30	67,93	3,77	28,30
281	3,84,89,276	e+3c+b+3a	115	80	5	30	69,56	4,35	26,09
282	8,82,95	e+3c+2b	102	64	2	36	62,75	1,96	35,29
283	6,87,96,274	e+3c+2b+a	111	72	3	36	64,87	2,70	32,43
284	9,83,97	e+3c+2b+2a	120	80	4	36	66,67	3,33	30,00
285		e+3c+2b+3a	129	88	5	36	68,22	3,88	27,90
286		e+3c+3b	116	72	2	42	62,07	1,72	36,21
287		e+3c+3b+a	125	80	3	42	64,00	2,40	33,60
288		e+3c+3b+2a	134	88	4	42	65,67	2,99	31,34
289		e+3c+3b+3a	143	96	5	42	67,13	3,50	29,37
290		e+d	15	0	3	12	0	20,00	80,00
291		e+d+a	24	8	4	12	33,33	16,67	50,00
292		e+d+2a	33	16	5	12	48,49	15,15	36,36
293		e+d+3a	42	24	6	12	57,14	14,29	28,57
294		e+d+b	29	8	3	18	27,58	10,35	62,07
295	494,799	e+d+b+a	38	16	4	18	42,10	10,53	47,37
296	495,801	e+d+b+2a	47	24	5	18	51,06	10,64	38,30
297	496	e+d+b+3a	56	32	6	18	57,14	10,72	32,14
298	182	e+d+2b	43	16	3	24	37,21	6,98	55,81
299	183,498,695,807,890	e+d+2b+a	52	24	4	24	46,15	7,69	46,16
300	184,499,697,809,892	e+d+2b+2a	61	32	5	24	52,46	8,20	39,34
301	185,500	e+d+2b+3a	70	40	6	24	57,14	8,57	34,29
302	186	e+d+3b	57	24	3	30	42,11	5,26	52,63
303	187,386,502,703,898	e+d+3b+a	66	32	4	30	48,49	6,06	45.45
304	S	e+d+3b+2a	75	40	5	30	53,33	6.67	40,00
305	189,388,504	e+d+3b+3a	84	48	6	30	57,14	7,14	35,72
306	117,439,551,742,871	e+d+c	37	16	3	18	43,24	8,11	48.65
307	118,441,553,744	e+d+c+a	46	24	4	18	52,17	8,70	39,13
308	119	e+d+c+2a	55	32	5	18	58,18	9,09	32,73
309	[illegible]	e+d+c+3a	64	40	6	18	62,50	9,37	28,13

Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
311	S	e+d+c+b+a	60	32	4	24	53,33	6,67	40,00
312	121,510,833	e+d+c+b+2a	69	40	5	24	57,97	7,25	34,78
313	56,243	e+d+c+b+3a	78	48	6	24	61,54	7,69	30,77
314	123,198	e+d+c+2b	65	32	3	30	49,23	4,62	46,15
315	124,199,512,839	e+d+c+2b+a	74	40	4	30	54,05	5,41	40,54
316	125,200,513,841	e+d+c+2b+2a	83	48	5	30	57,83	6,02	36,15
317	201,514	e+d+c+2b+3a	92	56	6	30	60,87	6,52	32,61
318	202	e+d+c+3b	79	40	3	36	50,63	3,80	45,57
319	59,203,246,402,475	e+d+c+3b+a	88	48	4	36	54,55	4,54	40,91
320	204,403,516	e+d+o+3b+2a	97	56	5	36	57,73	5,16	37,11
321	60,205,247,404	e+d+c+3b+3a	106	64	6	36	60,38	5,66	33,96
322	131,239,471,583,772	e+d+2c	59	32	3	24	54,24	5,08	40,68
323	132,240,473,585,774	e+d+2c+a	68	40	4	24	58,82	5,88	35,30
324	133,241	e+d+2c+2a	77	48	5	24	62,34	6,49	31,17
325		e+d+2c+3a	86	56	6	24	65,11	6,98	27,91
326	135,479,	e+d+2c+b	73	40	3	30	54,79	4,11	41,10
327	136,481,522	e+d+2c+b+a	82	48	4	30	58,54	4,88	36,58
328	137,523	e+d+2c+b+2a	91	56	5	30	61,54	5,49	32,97
329	524	e+d+2c+b+3a	100	64	6	30	64,00	6,00	30,00
330	63,66,139,211,250,410	e+d+2c+2b	87	48	3	36	55,17	3,45	41,38
331	140,214,526	e+d+2c+2b+a	96	56	4	30	58,33	4,17	37,50
332	141,215,527	e+d+2c+2b+2a	105	64	5	36	60,95	4,76	34,29
333	65,67,252,528	e+d+2c+2b+3a	114	72	6	36	63,16	5,26	31,58
334	216	e+d+2c+3b	101	56	3	42	55,45	2,97	41,58
335	217,530	e+d+2c+3b+a	110	64	4	42	58,18	3,64	38,18
336	218,531	e+d+2c+3b+2a	119	72	5	42	60,51	4,20	35,29
337	219,532	e+d+2c+3b+3a	128	80	6	42	62,50	4,69	32,81
338	145,255	e+d+3c	81	48	3	30	59,26	3,70	37,04
339	146,256	e+d+3c+a	90	56	4	30	62,22	4,45	33,33
340	147,257	e+d+3c+2a	99	64	5	30	64,65	5,05	30,30

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
342	148	e+d+3c+b	95	56	3	36	58,95	3,16	37,89
343	71,258,	e+d+3c+b+a	104	64	4	36	61,54	3,85	34,61
344	149	e+d+3c+b+2a	113	72	5	36	63,72	4,42	31,86
345	72,259	e+d+3c+b+3a	122	80	6	36	65,57	4,92	29,51
346	151	e+d+3c+2b	109	64	3	42	58,72	2,75	38,53
347	152	e+d+3c+2b+a	118	72	4	42	61,02	3,39	35,59
348	153	e+d+3c+2b+2a	127	80	5	42	62,99	3,94	33,07
349		e+d+3c+2b+3a	136	88	6	42	64,71	4,41	30,88
350		e+d+3c+3b	123	72	3	48	58,54	2,44	39,02
351	75,262	e+d+3c+3b+a	132	80	4	48	60,61	3,03	36,36
352		e+d+3c+3b+2a	141	88	5	48	62,41	3,55	34,04
353	76,263	e+d+3c+3b+3a	150	96	6	48	64,00	4,00	32,00
354		e+2d	22	0	4	18	0	18,18	81,82
355		e+2d+a	31	8	5	18	25,81	16,13	58,06
356		e+2d+2a	40	16	6	18	40,00	15,00	45,00
357		e+2d+3a	49	24	7	18	48,98	14,29	36,73
358		e+2d+b	36	8	4	24	22,22	11,11	66,67
359	554,923	e+2d+b+a	45	16	5	24	35,56	11,11	53,33
360	555,925	e+2d+b+2a	54	24	6	24	44,45	11,11	44,44
361	556	e+2d+b+3a	63	32	7	24	50,79	11,11	38,10
362		e+2d+2b	50	16	4	30	32,00	8,00	60,00
363	558,931	e+2d+2b+a	59	24	5	30	40,68	8,47	50,85
364	559,750,933	e+2d+2b+2a	68	32	6	30	47,06	8,82	44,12
365	560,751	e+2d+2b+3a	77	40	7	30	51,95	9,09	38,96
366		e+2d+3b	64	24	4	36	37,50	6,25	56,25
367	450,562	e+2d+3b+a	73	32	5	36	43,84	6,85	49,31
368	451,563,754	e+2d+3b+2a	82	40	6	36	48,78	7,32	43,90
369	452,564,755	e+2d+3b+3a	91	48	7	36	52,75	7,69	39,56
370	173,230,427,618,671,866	e+2d+c	44	16	4	24	36,36	9,09	54,55
371	174,488,672,868	e+2d+c+a	53	24	5	24	45,2[illegible]	9,44	45,28

by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
373	489	e+2d+c+3a	71	40	7	24	56,34	9,86	33,80
374	177,490	e+2d+c+b	58	24	4	30	41,38	6,90	51,72
375	178,491,570,953	e+2d+c+b+a	67	32	5	30	47,76	7,46	44,78
376	179,492,571,955	e+2d+c+b+2a	76	40	6	30	52,63	7,90	39,47
377	493,572	e+2d+c+b+3a	85	48	7	30	56,47	8,24	35,29
378	126,180,234	e+2d+c+2b	72	32	4	36	44,44	5,56	50,00
379	181,574,960	e+2d+c+2b+a	81	40	5	36	49,38	6,17	44,45
380	S	e+2d+c+2b+2a	90	48	6	36	53,33	6,67	40,00
381	576,766	e+2d+c+2b+3a	99	56	7	36	56,57	7,07	36,36
382		e+2d+c+3b	86	40	4	42	46,51	4,65	48,84
383	466,578	e+2d+c+3b+a	95	48	5	42	50,53	5,26	44,21
384	467,579,768	e+2d+c+3b+2a	104	56	6	42	53,85	5,77	40,38
385	468,580,769	e+2d+c+3b+3a	113	64	7	42	56,64	6,19	37,17
386	187,303,502,703,898	e+2d+2c	66	32	4	30	48,49	6,06	45,45
387	S	e+2d+2c+a	75	40	5	30	53,33	6,67	40,00
388	189,305,504	e+2d+2c+2a	84	48	6	30	57,14	7,14	35,72
389	505	e+2d+2c+3a	93	56	7	30	60,21	7,53	32,26
390	191,506	e+2d+2c+b	80	40	4	36	50,00	5,00	45,00
391	192,507,586	e+2d+2c+b+a	89	48	5	36	53,93	5,62	40,45
392	193,508,587	e+2d+2c+b+2a	98	56	6	36	57,14	6,12	36,74
393	509,588	e+2d+2c+b+3a	107	64	7	36	59,81	6,54	33,65
394	195	e+2d+2c+2b	94	48	4	42	51,06	4,26	44,68
395	196,590	e+2d+2c+2b+a	103	56	5	42	54,37	4,85	40,78
396	197,591	e+2d+2c+2b+2a	112	64	6	42	57,14	5,36	37,50
397	592	e+2d+2c+2b+3a	121	72	7	42	59,50	5,79	34,71
398		e+2d+2c+3b	108	56	4	48	51,85	3,70	44,45
399	594	e+2d+2c+3b+a	117	64	5	48	54,70	4,27	41,03
400	595	e+2d+2c+3b+2a	126	72	6	48	57,14	4,76	38,10
401	596	e+2d+2c+3b+3a	135	80	7	48	59,26	5,18	35,56
402	59,201,246,310,475 [illegible]	e+2d+3c	88	48	[illegible]	36	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
404	60,205,247,321	e+2d+3c+2a	106	64	6	36	60,38	5,66	33,96
405	517	e+2d+3c+3a	115	72	7	36	62,61	6,09	31,30
406	207,518	e+2d+3c+b	102	56	4	42	54,90	3,92	41,18
407	208,519	e+2d+3c+b+a	111	64	5	42	57,66	4,50	37,84
408	209,520	e+2d+3c+b+2a	120	72	6	42	60,00	5,00	35,00
409	521	e+2d+3c+b+3a	129	80	7	42	62,01	5,43	32,56
410	63,66,139,211,250,330	e+2d+3c+2b	116	64	4	48	55,17	3,45	41,38
411	212	e+2d+3c+2b+a	125	72	5	48	57,60	4,00	38,40
412	64,142,213,251	e+2d+3c+2b+2a	134	80	6	48	59,70	4,48	35,82
413		e+2d+3c+2b+3a	143	88	7	48	61,54	4,89	33,57
414		e+2d+3c+3b	130	72	4	54	55,38	3,08	41,54
415		e+2d+3c+3b+a	139	80	5	54	57,55	3,60	38,85
416		e+2d+3c+3b+2a	148	88	6	54	59,46	4,05	36,49
417		e+2d+3c+3b+3a	157	96	7	54	61,15	4,46	34,39
418		e+3d	29	0	5	24	0	17,24	82,76
419	724	e+3d+a	38	8	6	24	21,05	15,79	63,16
420	725	e+3d+2a	47	16	7	24	34,04	14,89	51,07
421	726	e+3d+3a	56	24	8	24	42,86	14,28	42,86
422		e+3d+b	43	8	5	30	18,60	11,63	69,77
423	614,728	e+3d+b+a	52	16	6	30	30,77	11,54	57,69
424	615,729	e+3d+b+2a	61	24	7	30	39,35	11,47	49,18
425	616,730	e+3d+b+3a	70	32	8	30	45,71	11,43	42,86
426		e+3d+2b	57	16	5	36	28,07	8,77	63,16
427	173,230,370,618,671,866	e+3d+2b+a	66	24	6	36	36,36	9,09	54,55
428	619,732,810	e+3d+2b+2a	75	32	7	36	42,67	9,33	48,00
429	620,733,811	e+3d+2b+3a	84	40	8	36	47,62	9,52	42,86
430		e+3d+3b	71	24	5	42	33,80	7,04	59,16
431	622	e+3d+3b+a	80	32	6	42	40,00	7,50	52,50
432	623,814	e+3d+3b+2a	89	40	7	42	44,94	7,87	47,[illegible]

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
435	547,738	e+3d+c+a	60	24	6	30	40,00	10,00	50,00
436	548,739	e+3d+c+2a	69	32	7	30	46,38	10,14	43,48
437	549,740	e+3d+c+3a	78	40	8	30	51,28	10,26	38,46
438	550	e+3d+c+b	65	24	5	36	36,92	7,69	55,39
439	117,306,551,742,871	e+3d+c+b+a	74	32	6	36	43,24	8,11	48,65
440	552,630,743	e+3d+c+b+2a	83	40	7	36	48,19	8,44	43,37
441	118,307,553,744	e+3d+c+b+3a	92	48	8	36	52,17	8,70	39,13
442		e+3d+c+2b	79	32	5	42	40,51	6,33	53,16
443	632,746	e+3d+c+2b+a	88	40	6	42	45,45	6,82	47,73
444	633,747,826	e+3d+c+2b+2a	97	48	7	42	49,48	7,21	43,31
445	634,748,827	e+3d+c+2b+3a	106	56	8	42	52,83	7,55	39,62
446		e+3d+c+3b	93	40	5	48	43,01	5,38	51,61
447	120,310	e+3d+c+3b+a	102	48	6	48	47,06	5,88	47,06
448	636,830	e+3d+c+3b+2a	111	56	7	48	50,45	6,31	43,24
449	S	e+3d+c+3b+3a	120	64	8	48	53,33	6,67	40,00
450	367,562	e+3d+2c	73	32	5	36	43,84	6,85	49,31
451	368,563,754	e+3d+2c+a	82	40	6	36	48,78	7,32	43,90
452	369,564,755	e+3d+2c+2a	91	48	7	36	52,75	7,69	39,56
453	565,756	e+3d+2c+3a	100	56	8	36	56,00	8,00	36,06
454	566	e+3d+2c+b	87	40	5	42	45,98	5,75	48,27
455	567,642,758	e+3d+2c+b+a	96	48	6	42	50,00	6,25	43,75
456	S	e+3d+2c+b+2a	105	56	7	42	53,33	6,67	40,00
457	569,644,760	e+3d+2c+b+3a	114	64	8	42	56,14	7,02	36,84
458		e+3d+2c+2b	101	48	5	48	47,53	4,95	47,52
459	646,762	e+3d+2c+2b+a	110	56	6	48	50,91	5,45	43,64
460	647,763	e+3d+2c+2b+2a	119	64	7	48	53,78	5,88	40,34
461	648,764	e+3d+2c+2b+3a	128	72	8	48	56,25	6,25	37,50
462		e+3d+2c+3b	115	56	5	54	48,69	4,35	46,96
463	650	e+3d+2c+3b+a	124	64	6	54	51,61	4,84	43,55
464	651	e+3d+2c+3b+2a	[illegible]	72	[illegible]	54	54,14	5,26	40,60

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
466	383,578	e+3d+3c	95	48	5	42	50,53	5,26	44,21
467	384,579,768	e+3d+3c+a	104	56	6	42	53,85	5,77	40,38
468	385,580,769	e+3d+3c+2a	113	64	7	42	56,64	6,19	37,17
469	581,770	e+3d+3c+3a	122	72	8	42	59,02	6,56	34,42
470	582	e+3d+3c+b	109	56	5	48	51,37	4,59	44,04
471	131,239,322,583,772	e+3d+3c+b+a	118	64	6	48	54,24	5,08	40,68
472	584,773	e+3d+3c+b+2a	127	72	7	48	56,69	5,51	37,80
473	132,240,323,585,774	e+3d+3c+b+3a	130	80	8	48	58,82	5,88	35,30
474		e+3d+3c+2b	123	64	5	54	52,03	4,07	43,90
475	59,203,246,319,402	e+3d+3c+2b+a	132	72	6	54	54,55	4,54	40,91
476	776	e+3d+3c+2b+2a	141	80	7	54	56,74	4,96	38,30
477	777	e+3d+3c+2b+3a	150	88	8	54	58,67	5,33	36,00
478		e+3d+3c+3b	137	72	5	60	52,55	3,65	43,80
479	135,326,	e+3d+3c+3b+a	146	80	6	60	54,79	4,11	41,10
480		e+3d+3c+3b+2a	155	88	7	60	56,77	4,52	38,71
481	136,327,522	e+3d+3c+3b+3a	164	96	8	60	58,54	4,88	36,58
482		2e+a	25	8	5	12	32,00	20,00	48,00
483		2e+3a	43	24	7	12	55,81	16,28	27,91
484	170,663,858	2e+b	30	8	4	18	26,67	13,33	60,00
485	171,665,860	2e+b+a	39	16	5	18	41,03	12,82	46,15
486	51,545,736,797	2e+b+2a	48	24	6	18	50,00	12,50	37,50
487		2e+b+3a	57	32	7	18	56,14	12,28	31,58
488	174,371,673,868	2e+2b+a	53	24	5	24	45,28	9,44	45,28
489	373	2e+2b+3a	71	40	7	24	56,34	9,86	33,80
490	177,374	2e+3b	58	24	4	30	41,38	6,90	51,72
491	178,375,570,953	2e+3b+a	67	32	5	30	47,76	7,46	44,78
492	179,376,571,955	2e+3b+2a	76	40	6	30	52,63	7,90	39,47
493	377,572	2e+3b+3a	85	48	7	30	56,47	8,24	35,29
494	[illegible]	2e+c	[illegible]	16	[illegible]	18	42,10	10,53	[illegible]

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
497		2e+c+3a	65	40	7	18	61,54	10,77	27,69
498	183,299,695,807,890	2e+c+b	52	24	4	24	46,15	7,69	46,16
499	184,300,697,809,892	2e+c+b+a	61	32	5	24	52,46	8,20	39,34
500	185,301	2e+c+b+2a	70	40	6	24	57,14	8,57	34,29
501		2e+c+b+3a	79	48	7	24	60,76	8,86	30,38
502	187,303,386,703,898	2e+c+2b	66	32	4	30	48,49	6,06	45,45
503	S	2e+c+2b+a	75	40	5	30	53,33	6,67	40,00
504	189,305,388	2e+c+2b+2a	84	48	6	30	57,14	7,14	35,72
505	389	2e+c+2b+3a	93	56	7	30	60,21	7,53	32,26
506	191,390,	2e+c+3b	80	40	4	36	50,00	5,00	45,00
507	192,391,586	2e+c+3b+a	89	48	5	36	53,93	5,62	40,45
508	193,392,587	2e+c+3b+2a	98	56	6	36	57,14	6,12	36,74
509	393,588	2e+c+3b+3a	107	64	7	36	59,81	6,54	33,65
510	121,312,833	2e+2c+a	69	40	5	24	57,97	7,25	34,78
511		2e+2c+3a	87	56	7	24	64,37	8,04	27,59
512	194,199,315,839	2e+2c+b	74	40	4	30	54,05	5,41	40,54
513	125,200,316,841	2e+2c+b+a	83	48	5	30	57,83	6,02	36,15
514	201,317	2e+2c+b+2a	92	56	6	30	60,87	6,52	32,61
515		2e+2c+b+3a	101	64	7	30	63,37	6,93	29,70
516	204,320,403	2e+2c+2b+a	97	56	5	36	57,73	5,16	37,11
517	405	2e+2c+2b+3a	115	72	7	36	62,61	6,09	31,30
518	207,406	2e+2c+3b	102	56	4	42	54,90	3,92	41,18
519	208,407	2e+2c+3b+a	111	64	5	42	57,66	4,50	37,84
520	209,408	2e+2c+3b+2a	120	72	6	42	60,00	5,00	35,00
521	409	2e+2c+3b+3a	129	80	7	42	62,01	5,43	32,56
522	136,327,481	2e+3c	82	48	4	30	58,54	4,88	36,58
523	137,328	2e+3c+a	91	56	5	30	61,54	5,49	32,97
524	329	2e+3c+2a	100	64	6	30	64,00	6,00	30,00
525		2e+3c+3a	109	72	7	30	66,06	6,42	27,52
526	140,[illegible],331	2e+3c+[illegible]	96	56	4	36	58,33	4,17	[illegible]

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
528	65,67,252,333	2e+3c+b+2a	114	72	6	36	63,16	5,26	31,58
529		2e+3c+b+3a	123	80	7	30	65,04	5,69	29,27
530	217,335	2e+3c+2b	110	64	4	42	58,18	3,64	38,18
531	218,336	2e+3c+2b+a	119	72	5	42	60,51	4,20	35,29
532	219 337	2e+3c+2b+2a	128	80	6	42	62,50	4,69	32,81
533		2e+3c+2b+3a	137	88	7	42	64,23	5,11	30,66
534	221	2e+3c+3b	124	72	4	48	58,06	3,23	38,71
535	222	2e+3c+3b+a	133	80	5	48	60,15	3,76	36,09
536	223	2e+3c+3b+2a	142	88	6	48	61,97	4,23	33,80
537		2e+3c+3b+3a	151	96	7	48	63,58	4,63	31,79
538		2e+d	23	0	5	18	0	21,74	78,26
539		2e+d+a	32	8	6	18	25,00	18,75	56,25
540		2e+d+2a	41	16	7	18	39,03	17,07	43,90
541		2e+d+3a	50	24	8	18	48,00	16,00	36,00
542		2e+d+b	37	8	5	24	21,62	13,51	64,87
543	114,664,734,859	2e+d+b+a	46	16	6	24	34,78	13,04	52,18
544	735	2e+d+b+2a	55	24	7	24	43,63	12,73	43,64
545	51,486,736,797	2e+d+b+3a	64	32	8	24	50,00	12,50	37,50
546	434	2e+d+2b	51	16	5	30	31,37	9,81	58,82
547	435,738	2e+d+2b+a	60	24	6	30	40,00	10,00	50,00
548	436,739	2e+d+2b+2a	69	32	7	30	46,38	10,14	43,48
549	437,740	2e+d+2b+3a	78	40	8	30	51,28	10,26	38,46
550	438	2e+d+3b	65	24	5	36	36,92	7,69	55,39
551	117,306,439,742,871	2e+d+3b+a	74	32	6	36	43,24	8,11	48,65
552	440,630,743	2e+d+3b+2a	83	40	7	36	48,19	8,44	43,37
553	118,307,441,744	2e+d+3b+3a	92	48	8	36	52,17	8,70	39,13
554	359,923	2e+d+c	45	16	5	24	35,56	11,11	53,33
555	360,925	2e+d+c+a	54	24	6	24	44,45	11,11	44,44
556	361	2e+d+c+2a	63	32	7	24	50,79	11,11	38,10
[illegible]		2e+d+c+3a	[illegible]	40	8	24	55,56	11,11	33,33

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
559	364,750,933	2e+d+c+b+a	68	32	6	30	47,06	8,82	44,12
560	365,751	2e+d+c+b+2a	77	40	7	30	51,95	9,09	38,96
561	752	2e+d+c+b+3a	86	48	8	30	55,82	9,30	34,88
562	367,450	2e+d+c+2b	73	32	5	36	43,84	6,85	49,31
563	368,451,754	2e+d+c+2b+a	82	40	6	36	48,78	7,32	43,90
564	369,452,755	2e+d+c+2b+2a	91	48	7	36	52,75	7,69	39,56
565	453,756,	2e+d+c+2b+3a	100	56	8	36	56,00	8,00	36,00
566	454	2e+d+c+3b	87	40	5	42	45,98	5,75	48,27
567	455,642,758	2e+d+c+3b+a	96	48	6	42	50,00	6,25	43,75
568	S	2e+d+c+3b+2a	105	56	7	42	53,33	6,67	40,00
569	457,644,760	2e+d+c+3b+3a	114	64	8	42	56,14	7,02	36,84
570	178,375,491,953	2e+d+2c	67	32	5	30	47,76	7,46	44,78
571	179,376,492,955	2e+d+2c+a	76	40	6	30	52,63	7,90	39,47
572	377,493	2e+d+2c+2a	85	48	7	30	56,47	8,24	35,29
573		2e+d+2c+3a	94	56	8	30	59,57	8,51	31,92
574	181,379,960	2e+d+2c+b	81	40	5	36	49,38	6,17	44,45
575	S	2e+d+2c+b+a	90	48	6	36	53,33	6,67	40,00
576	381,766	2e+d+2c+b+2a	99	56	7	36	56,57	7,07	36,36
577	128,236,767	2e+d+2c+b+3a	108	64	8	36	59,26	7,41	33,33
978	383,466	2e+d+2c+2b	95	48	5	42	50,53	5,26	44,21
579	384,467,768	2e+d+2c+2b+a	104	56	6	42	53,85	5,77	40,38
580	385,468,769	2e+d+2c+2b+2a	113	64	7	42	56,64	6,19	37,17
581	469,770	2e+d+2c+2b+3a	122	72	8	42	59,02	6,56	34,42
582	470	2e+d+2c+3b	109	56	5	48	51,37	4,59	44,04
583	131,239,322,471,772	2e+d+2c+3b+a	118	64	6	48	54,24	5,08	40,68
584	472,773	2e+d+2c+3b+2a	127	72	7	48	56,69	5,51	37,80
585	132,240,323,473,774	2e+d+2c+3b+3a	136	80	8	48	58,82	5,88	35,30
586	192,391,507	2e+d+3c	89	48	5	36	53,93	5,62	40,45
587	193,392,508	2e+d+3c+a	98	56	6	36	57,14	6,12	36,74
588	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
590	196,395	2e+d+3c+b	103	56	5	42	54,37	4,85	40,78
591	197,396	2e+d+3c+b+a	112	64	6	42	57,14	5,36	37,50
592	397	2e+d+3c+b+2a	121	72	7	42	59,50	5,79	34,71
593		2e+d+3c+b+3a	130	80	8	42	61,54	6,15	32,31
594	399	2e+d+3c+2b	117	64	5	48	54,70	4,27	41,03
595	400	2e+d+3c+2b+a	126	72	6	48	57,14	4,76	38,10
596	401	2e+d+3c+2b+2a	135	80	7	48	59,26	5,18	35,56
597		2e+d+3c+2b+3a	144	88	8	48	61,11	5,56	33,33
598		2e+d+3c+3b	131	72	5	54	54,96	3,82	41,22
599		2e+d+3c+3b+a	140	80	6	54	57,14	4,29	38,57
600		2e+d+3c+3b+2a	149	88	7	54	59,06	4,70	36,24
601		2e+d+3c+3b+3a	158	96	8	54	60,76	5,06	34,18
602		2e+2d+a	39	8	7	24	20,51	17,95	61,54
603		2e+2d+3a	57	24	9	24	42,11	15,78	42,11
604		2e+2d+b	44	8	6	30	18,18	13,64	68,18
605	794	2e+2d+b+a	53	16	7	30	30,19	13,21	56,60
606	795	2e+2d+b+2a	62	24	8	30	38,71	12,90	48,39
607	796	2e+2d+b+3a	71	32	9	30	45,07	12,68	42,25
608	798	2e+2d+2b+a	67	24	7	36	35,82	10,45	53,73
609	800	2e+2d+2b+3a	85	40	9	36	47,06	10,59	42,35
610		2e+2d+3b	72	24	6	42	33,33	8,33	58,34
611	690,802	2e+2d+3b+a	81	32	7	42	39,51	8,64	51,85
612	691,803	2e+2d+3b+2a	90	40	8	42	44,44	8,89	46,67
613	692,804	2e+2d+3b+3a	99	48	9	42	48,49	9,09	42,42
614	423,728	2e+2d+c	52	16	6	30	30.77	11,54	57,69
615	424,729	2e+2d+c+a	61	24	7	30	39,35	11,47	49,18
616	425,730	2c+2d+c+2a	70	32	8	30	45,71	11,43	42,86
617	731	2e+2d+c+3a	79	[illegible]	9	30	50,63	11,39	[illegible]

Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
621	175,231,372,812.	2e+2d+c+b+3a	93	48	9	36	51,61	9,68	38,71
622	431	2e+2d+c+2b	80	32	6	42	40,00	7,50	52,50
623	432,814	2e+2d+c+2b+a	89	40	7	42	44,94	7,87	47,19
624	433,815	2e+2d+c+2b+2a	98	48	8	42	48,98	8,16	42,86
625	816	2e+2d+c+2b+3a	107	56	9	42	52,34	8,41	39,25
626		2e+2d+c+3b	94	40	6	48	42,55	6,38	51,07
627	706,818	2e+2d+c+3b+a	103	48	7	48	46,60	6,80	46,60
628	707,819	2e+2d+c+3b+2a	112	56	8	48	50,00	7,14	42,86
629	708,820	2e+2d+c+3b+3a	121	64	9	48	52,89	7,44	39,67
630	440,552,743	2e+2d+2c+a	83	40	7	36	48,19	8,44	43,37
631	745	2e+2d+2c+3a	101	56	9	36	55,45	8,91	35,64
632	443,746	2e+2d+2c+b	88	40	6	42	45,45	6,82	47,73
633	444,747,826	2e+2d+2c+b+a	97	48	7	42	49,48	7,21	43,31
634	445,748,827	2e+2d+2c+b+2a	106	56	8	42	52,83	7,55	39,62
635	749,828	2e+2d+2c+b+3a	115	64	9	42	55,65	7,83	36,52
636	448,830	2e+2d+2c+2b+a	111	56	7	48	50,45	6,31	43,24
637	832	2e+2d+2c+2b+3a	129	72	9	48	55,81	6,98	37,21
638		2e+2d+2c+3b.	116	56	6	54	48,28	5,17	46,55
639	834	2e+2d+2c+3b+a	125	64	7	54	51,20	5,60	43,20
640	835	2e+2d+2c+3b+2a	134	72	8	54	53,73	5,97	40,30
641	836	2e+2d+2c+3b+3a	143	80	9	54	55,95	6,29	37,76
642	455,567,758	2e+2d+3c	96	48	6	42	50,00	6,25	43,75
643	S	2e+2d+3c+a	105	56	7	42	53,33	6,67	40,00
644	457,569,760	2e+2d+3c+2a	114	64	8	42	56,14	7,02	36,84
645	761	2e+2d+3c+3a	123	72	9	42	58,54	7,32	34,14
646	459,762	2e+2d+3c+b	110	56	6	48	50,91	5,45	43,64
647	460,763	2e+2d+3c+b+a	119	64	7	48	53,78	5,88	40,34
648	461,764	2e+2d+3c+b+2a	128	72	8	48	56,25	6,25	37,50
649	765	2e+2d+3c+b+3a	137	80	9	48	58,39	6,57	35,04
650	463	2e+2d+3c+2b	124	64	6	[illegible]	51,61	4,84	43,55

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
652	465	2e+2d+3c+2b+2a	142	80	8	54	56.34	5,63	38,03
653		2e+2d+3c+2b+3a	151	88	9	54	58,28	5,96	35,76
654		2e+2d+3c+3b	138	72	6	60	52,17	4,35	43,48
655		2e+2d+3c+3b+a	147	80	7	60	54,42	4,76	40,82
656		2e+2d+3c+3b+2a	156	88	8	60	56,41	5,13	38,46
657		2e+2d+3c+3b+3a	165	96	9	60	58,18	5,46	36,36
658		2e+3d	37	0	7	30	0	18,92	81,08
659		2e+3d+a	46	8	8	30	17,39	17,39	65,22
660		2e+3d+2a	55	16	9	30	29,09	16,36	54,55
661		2e+3d+3a	64	24	10	30	37,50	15,62	46,88
662		2e+3d+b	51	8	7	36	15,69	13,72	70,59
663	170,484,858	2e+3d+b+a	60	16	8	36	26,67	13,33	60,00
664	114,543,734,859	2e+3d+b+2a	69	24	9	36	34,78	13,04	52,18
665	171,485,860	2e+3d+b+3a	78	32	10	36	41,03	12,82	46,15
666		2e+3d+2b	65	16	7	42	24,62	10,77	64,61
667	862	2e+3d+2b+a	74	24	8	42	32,43	10,81	56,76
668	863	2e+3d+2b+2a	83	32	9	42	38,56	10,84	50,60
669	864	2e+3d+2b+3a	92	40	10	42	43,48	10,87	45,65
670		2e+3d+3b	79	24	7	48	30,38	8,86	60,76
671	173,230,370,427,618,866	2e+3d+3b+a	88	32	8	48	36,36	9,09	54,55
672	867	2e+3d+3b+2a	97	40	9	48	41,24	9,28	49,48
673	174,371,488,868	2e+3d+3b+3a	106	48	10	48	45,28	9,44	45,28
674	785	2e+3d+c	59	16	7	36	27,12	11,86	61,02
675	787	2e+3d+c+a	68	24	8	36	35,29	11,77	52,94
676	788	2e+3d+c+2a	77	32	9	36	41,56	11,69	46,75
677	789	2e+3d+c+3a	86	40	10	36	46,51	11,63	41,86
678	790	2e+3d+c+b	73	24	7	42	32,88	9,59	57,53
679	791,874	2e+3d+c+b+a	82	32	8	42	39,02	9,76	51,22
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	9,89	46,15

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
683	878	2e+3d+c+2b+a	96	40	8	48	41,67	8,33	50,00
684	879	2e+3d+c+2b+2a	105	48	[illegible]	4[illegible]	45,71	8,58	45,71
685	880	2e+3d+c+2b+3a	114	56	10	48	49,12	8,77	42,11
686		2e+3d+c+3b	101	40	7	54	39,60	6,93	53,47
687	882	2e+3d+c+3b+a	110	48	8	54	43,64	7,27	49,09
688	883.	2e+3d+c+3b+2a	119	56	9	54	47,06	7,56	45,38
689	884	2e+3d+c+3b+3a	128	64	10	54	50,00	7,81	42,19
690	611,802	2e+3d+2c	81	32	7	42	39,51	8,64	51,85
691	612,803	2e+3d+2c+a	90	40	8	42	44,44	8,89	46,67
692	613,804	2e+3d+2c+2a	99	48	9	42	48,49	9,09	[illegible],42
693	805	2e+3d+2c+3a	108	56	10	42	51,85	9,26	38,89
694	806	2e+3d+2c+b	95	40	7	48	42,10	7,37	50,53
695	183,299,498,807,890	2e+3d+2c+b+a	104	48	8	48	46,15	7,69	46,16
696	808,891	2e+3d+2c+b+2a	113	56	9	48	49,56	7,96	42,48
697	184,300,499,809,892	2e+3d+2c+b+3a	122	64	10	48	52,46	8,20	39,34
698		2e+3d+2c+2b	109	48	7	54	44,04	6,42	49,54
699	894	2e+3d+2c+2b+a	118	56	8	54	47,46	6,78	45,76
700	895	2e+3d+2c+2b+2a	127	64	9	54	50,39	7,09	42,52
701	896	2e+3d+2c+2b+3a	136	72	10	54	52,94	7,35	39,71
702		2e+3d+2c+3b	123	56	7	60	45,53	5,69	48,78
703	187,303,386,502,898	2e+3d+2c+3b+a	132	64	8	60	48,49	6,06	45,45
704	899	2e+3d+2c+3b+2a	141	72	9	60	51,07	6,38	42,55
705	S	2e+3d+2c+3b+3a	150	80	10	60	53,33	6,67	40,00
706	627,818	2e+3d+3c	103	48	7	48	46,60	6,80	46,60
707	628,819	2e+3d+3c+a	112	56	8	48	50,00	7,14	42,86
708	629,820	2e+3d+3c+2a	121	64	9	48	52,89	7,44	39,67
709	821	2e+3d+3c+3a	130	72	10	48	55,39	7,69	36,92
710	822	2e+3d+3c+b	117	56	7	54	47,86	5,98	46,16
711	823	2e+3d+3c+b+a	126	64	8	54	50,79	6,35	42,86
712	S	2e+3d+3c+b+2a	135	72	9	54	53,33	6,67	40,00

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
714		2e+3d+3c+2b	131	64	7	60	48,86	5,34	45,80
715		2e+3d+3c+2b+a	140	72	8	60	51,43	5,71	42,86
716		2e+3d+3c+2b+2a	149	80	9	60	53,69	6,04	40,27
717		2e+3d+3c+2b+3a	158	88	10	60	55,70	6,33	37,97
718		2e+3d+3c+3b	145	72	7	66	49,65	4,83	45,52
719		2e+3d+3c+3b+a	154	80	8	66	51,95	5,19	42,86
720		2e+3d+3c+3b+2a	163	88	9	66	53,99	5,52	40,49
721		2e+3d+3c+3b+3a	172	96	10	66	55,81	5,81	38,38
722		3e+a	33	8	7	18	24,24	21,21	54,55
723		3e+2a	42	16	8	18	38,09	19,05	42,86
724	419.	3e+b	38	8	6	24	21,05	15,79	63,16
725	420	3e+b+a	47	16	7	24	34,04	14,89	51,07
726	421	3e+b+2a	56	24	8	24	42,86	14,28	42,86
727		3e+b+3a	65	32	9	24	49,23	13,85	36,92
728	423,614	3e+2b	52	16	6	30	30,77	11,54	57,69
729	424,615	3e+2b+a	61	24	7	30	39,35	11,47	49,18
730	425,616	3e+2b+2a	70	32	8	30	45,71	11,43	42,86
731	617	3e+2b+3a	79	40	9	30	50,63	11,39	37,98
732	428,619,810	3e+3b+a	75	32	7	36	42,67	9,33	48,00
733	429,620,811	3e+3b+2a	84	40	8	36	47,62	9,52	42,86
734	114,543,664,859	3e+c	46	16	6	24	34,78	13,04	52,18
735	544	3e+c+a	55	24	7	24	43,63	12,73	43,64
736	51,486,545,797	3e+c+2a	64	32	8	24	50,00	12,50	37,50
737		3e+c+3a	73	40	9	24	54,79	12,33	32,88
738	435,547	3e+c+b	60	24	6	30	40,00	10,00	50,00
739	436,548	3e+c+b+a	69	32	7	30	46,38	10,14	43,48
740	437,549	3e+c+b+2a	78	40	8	30	51,28	10,26	38,46
741		3e+c+b+3a	87	48	9	30	55,[illegible]	10,35	34,48

Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
745	631	3e+c+2b+3a	101	56	9	36	55,45	8,91	35,64
746	443,632	3e+c+3b	88	40	6	42	45,45	6,82	47,73
747	444,633,826	3e+c+3b+a	97	48	7	42	49,48	7,21	43,31
748	445,634,827	3e+c+3b+2a	106	56	8	42	52,83	7,55	39,62
749	635,828	3e+c+3b+3a	115	64	9	42	55,65	7,83	36,52
750	364,559,933	3e+2c	68	32	6	30	47,06	8,82	44,12
751	365,560	3e+2c+a	77	40	7	30	51,95	9,09	38,96
752	561	3e+2c+2a	86	48	8	30	55,82	9,30	34,88
753		3e+2c+3a	95	56	9	30	58,95	9,47	31,58
754	368,451,563	3e+2c+b	82	40	6	36	48,78	7,32	43,90
755	369,452,564	3e+2c+b+a	91	48	7	36	52,75	7,69	39,56
756	453,565	3e+2c+b+2a	100	56	8	36	56,00	8,00	36,00
757		3e+2c+b+3a	109	64	9	36	58,71	8,26	33,03
758	455,567,642	3e+2c+2b	96	48	6	42	50,00	6,25	43,75
759	S	3e+2c+2b+a	105	56	7	42	53,33	6,67	40,00
760	457,569,644	3e+2c+2b+2a	114	64	8	42	56,14	7,02	36,84
761	645	3e+2c+2b+3a	123	72	9	42	58,54	7,32	34,14
762	459,646	3e+2c+3b	110	56	6	48	50,91	5,45	43,64
763	460,647	3e+2c+3b+a	119	64	7	48	53,78	5,88	40,34
764	461,648	3e+2c+3b+2a	128	72	8	48	56,25	6,25	37,50
765	649	3e+2c+3b+3a	137	80	9	48	58,39	6,57	35,04
766	381,576	3e+3c+a	99	56	7	36	56,57	7,07	36,36
767	128,236,577	3e+3c+2a	108	64	8	36	59,26	7,41	33,33
768	384,467,579	3e+3c+b	104	56	6	42	53,85	5,77	40,38
769	385,468,580	3e+3c+b+a	113	64	7	42	56,64	6,19	37,17
770	469,581	3e+3c+b+2a	122	72	8	42	59,02	6,56	34,42
771		3e+3c+b+3a	131	80	9	42	61,07	6,87	32,06
772	131,239,322,471,583	3e+3c+2b	118	64	6	48	54,24	5,08	40,68
773	472,584	3e+3c+2b+a	127	72	7	48	56,69	5,51	37,80
774	132,240,323,473,585	3e+3c+2b+2a	136	80	8	48	58,82	5,88	35,29

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
776	476	3e+3c+3b+a	141	80	7	54	56,74	4,96	38,30
777	477	3e+3c+3b+2a	150	88	8	54	58,67	5,33	36,00
778		3e+d	31	0	7	24	0	22,58	77,42
779		3e+d+a	40	8	8	24	20,00	20,00	60,00
780		3e+d+2a	49	16	9	24	32,65	18,37	48,98
781		3e+d+3a	58	24	10	24	41,38	17,24	41,38
782		3e+d+b	45	8	7	30	17,78	15,55	66,67
783		3e+d+b+a	54	16	8	30	29,63	14,81	55,56
784		3e+d+b+2a	63	24	9	30	38,10	14,30	47,60
785		3e+d+b+3a	72	32	10	30	44,44	13,89	41,67
786	674	3e+d+2b	59	16	7	36	27,12	11,86	61,02
787	675	3e+d+2b+a	68	24	8	36	35,29	11,77	52,94
788	676	3e+d+2b+2a	77	32	9	36	41,56	11,69	46,75
789	677	3e+d+2b+3a	86	40	10	36	46,51	11,63	41,86
790	678	3e+d+3b	73	24	7	42	32,88	9,59	57,53
791	679,874	3e+d+3b+a	82	32	8	42	39,02	9,76	51,22
792	680,875	3e+d+3b+2a	91	40	9	42	43,96	9,89	46,15
793	681,876	3e+d+3b+3a	100	48	10	42	48,00	10,00	42,00
794	605	3e+d+c	53	16	7	30	30,19	13,21	56,60
795	606	3e+d+c+a	62	24	8	30	38,71	12,90	48,39
796	607	3e+d+c+2a	71	32	9	30	45,07	12,68	42,25
797	51,486,545,736	3e+d+c+3a	80	40	10	30	50,00	12,50	37,50
798	608	3e+d+c+b	67	24	7	36	35,82	10,45	53,73
799	295,494	3e+d+c+b+a	76	32	8	36	42,10	10,53	47,37
800	609	3e+d+c+b+2a	85	40	9	36	47,06	10,59	42,35
801	296,495	3e+d+c+b+3a	94	48	10	36	51,06	10,64	38,30
802	611,690	3e+d+c+2b	81	32	7	42	39,51	8,64	51,85
803	612,691	3e+d+c+2b+a	90	40	8	42	44,44	8,89	46,67
804	613,692	3e+d+c+2b+2a	99	48	9	42	48,49	9,09	42,42
805	693	3e+d+c+2b+3a	108	56	10	42	51,85	9,26	38,89

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
807	183,299,498,695,890	3e+d+c+3b+a	104	48	8	48	46,15	7,69	46,16
808	696,891	3e+d+c+3b+2a	113	56	9	48	49,56	7,96	42,48
809	184,300,499,697,892	3e+d+c+3b+3a	122	64	10	48	52,46	8,20	39,34
810	428,619,732	3e+d+2c	75	32	7	36	42,67	9,33	48,00
811	429,620,733	3e+d+2c+a	84	40	8	36	47,62	9,52	42,86
812	175,231,372,621,	3e+d+2c+2a	93	48	9	36	51,61	9,68	38,71
813		3e+d+2c+3a	102	56	10	36	54,90	9,80	35,30
814	432,623	3e+d+2c+b	89	40	7	42	44,94	7,87	47,19
815	433,624	3e+d+2c+b+a	98	48	8	42	48,98	8,16	42,86
816	625	3e+d+2c+b+2a	107	56	9	42	52,34	8,41	39,25
817		3e+d+2c+b+3a	116	64	10	42	55,17	8,62	36,21
818	627,706	3e+d+2c+2b	103	48	7	48	46,60	6,80	46,60
819	628,707	3e+d+2c+2b+a	112	56	8	48	50,00	7,14	42,86
820	629,708	3e+d+2c+2b+2a	121	64	9	48	52,89	7,44	39,67
821	709	3e+d+2c+2b+3a	130	72	10	48	55,39	7,69	36,92
822	710	3e+d+2c+3b	117	56	7	54	47,86	5,98	46,16
823	711	3e+d+2c+3b+a	126	64	8	54	50,79	6,35	42,86
824	S	3e+d+2c+3b+2a	135	72	9	54	53,33	6,67	40,00
825	713	3e+d+2c+3b+3a	144	80	10	54	55,56	6,94	37,50
826	444,633,747	3e+d+3c	97	48	7	42	49,48	7,21	43,31
827	445,634,748	3e+d+3c+a	106	56	8	42	52,83	7,55	39,62
828	635,749	3e+d+3c+2a	115	64	9	42	55,65	7,83	36,52
829		3e+d+3c+3a	124	72	10	42	58,06	8,06	33,88
830	448,636	3e+d+3c+b	111	56	7	48	50,45	6,31	43,24
831	S	3e+d+3c+b+a	120	64	8	48	53,33	6,67	40,00
832	637	3e+d+3c+b+2a	129	72	9	48	55,81	6,98	37,21
833	121,312,510	3e+d+3c+b+3a	138	80	10	48	57,97	7,25	34,78
834	639	3e+d+3c+2b	125	64	7	54	51,20	5,60	43,20
835	640	3e+d+3c+2b+a	134	72	8	54	53,73	5,97	40,30
836	641	3e+d+3c+2b+2a	143	80	9	54	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
838		3e+d+3c+3b	139	72	7	60	51,80	5,04	43,16
839	124,199,315,512	3e+d+3c+3b+a	148	80	8	60	54,05	5,41	40,54
840		3e+d+3c+3b+2a	157	88	9	60	56,05	5,73	38,22
841	125,200,316,513	3e+d+3c+3b+3a	166	96	10	60	57,83	6,02	36,15
842		3e+2d	38	0	8	30	0	21,05	78,95
843		3e+2d+a	47	8	9	30	17,02	19,15	63,83
844		3e+2d+2a	56	16	10	30	28,57	17,86	53,57
845		3e+2d+3a	65	24	11	30	36,92	16,92	46,16
846		3e+2d+b	52	8	8	36	15,38	15,38	69,24
847		3e+2d+b+a	61	16	9	36	26,23	14,75	59,02
848		3e+2d+b+2a	70	24	10	36	34,29	14,29	51,42
849		3e+2d+b+3a	79	32	11	36	40,51	13,92	45,57
850		3e+2d+2b	66	16	8	42	24,24	12,12	63,64
851		3e+2d+2b+a	75	24	9	42	32,00	12,00	56,00
852		3e+2d+2b+2a	84	32	10	42	38,10	11,90	50,00
853		3e+2d+2b+3a	93	40	11	42	43,01	11,83	45,16
854		3e+2d+3b	80	24	8	48	30,00	10,00	60,00
855	934	3e+2d+3b+a	89	32	9	48	35,96	10,11	53,93
856	935	3e+2d+3b+2a	98	40	10	48	40,82	10,20	48,98
857	936	3e+2d+3b+3a	107	48	11	48	44,86	10,28	44,86
858	170,484,663	3e+2d+c	60	16	8	36	26,67	13,33	60,00
859	114,543,664,734	3e+2d+c+a	69	24	9	36	34,78	13,04	52,18
860	171,485,665	3e+2d+c+2a	78	32	10	36	41,03	12,82	46,15
861		3e+2d+c+3a	87	40	11	36	45,98	12,64	41,38
862	667	3e+2d+c+b	74	24	8	42	32,43	10,81	56,76
863	668	3e+2d+c+b+a	83	32	9	42	38,56	10,84	50,60
864	669	3e+2d+c+b+2a	92	40	10	42	43,48	10,87	45,65
865		3e+2d+c+b+3a	101	48	11	42	47,53	10,89	41,58
866	173,230,370,427,618,671	3e+2d+c+2b	88	32	8	48	36,36	9,09	54,55
[illegible]	[illegible]	3e+2d+c+2b+a	97	40	9	48	41,24	9,28	49,[illegible]

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
869		3e+2d+c+2b+3a	115	56	11	48	48,69	9,57	41,74
870		3e+2d+c+3b	102	40	8	54	39,22	7,84	52,94
871	117,306,439,551,742	3e+2d+c+3b+a	111	48	9	54	43,24	8,11	48,65
872	950	3e+2d+c+3b+2a	120	56	10	54	46,67	8,33	45,00
873	951	3e+2d+c+3b+3a	129	64	11	54	49,61	8,53	41,86
874	679,791	3e+2d+2c	82	32	8	42	39,02	9,76	51,22
875	680,792	3e+2d+2c+a	91	40	9	42	43,96	9,89	46,15
876	681,793	3e+2d+2c+2a	100	48	10	42	48,00	10,00	42,00
877		3e+2d+2c+3a	109	56	11	42	51,38	10,09	38,53
878	683	3e+2d+2c+b	96	40	8	48	41,67	8,33	50,00
879	684	3e+2d+2c+b+a	105	48	9	48	45,71	8,58	45,71
880	685	3e+2d+2c+b+2a	114	56	10	48	49,12	8,77	42,11
881		3e+2d+2c+b+3a	123	64	11	48	52,03	8,94	39,03
882	687	3e+2d+2c+2b	110	48	8	54	43,64	7,27	49,09
883	688	3e+2d+2c+2b+a	119	56	9	54	47,06	7,56	45,38
884	689	3e+2d+2c+2b+2a	128	64	10	54	50,00	7,81	42,19
885		3e+2d+2c+2b+3a	137	72	11	54	52,55	8,03	39,42
886		3e+2d+2c+3b	124	56	8	60	45,16	6,45	48,39
887		3e+2d+2c+3b+a	133	64	9	60	48,12	6,77	45,11
888		3e+2d+2c+3b+2a	142	72	10	60	50,71	7,04	42,25
889		3e+2d+2c+3b+3a	151	80	11	60	52,98	7,28	39,74
890	183,299,498,695,807	3e+2d+3c	104	48	8	48	46,15	7,69	46,16
891	696,808	3e+2d+3c+a	113	56	9	48	49,56	7,96	42,48
892	184,300,499,697,809	3e+2d+3c+2a	122	64	10	48	52,46	8,20	39,34
893		3e+2d+3c+3a	131	72	11	48	54,96	8,40	36,64
894	699	3e+2d+3c+b	118	56	8	54	47,46	6,78	45,76
895	700	3e+2d+3c+b+a	127	64	9	54	50,39	7,09	42,52
896	701	3e+2d+3c+b+2a	136	72	10	54	52,94	7,35	39,71
897		3e+2d+3c+b+3a	145	80	11	54	55,17	7,59	37,24
898	187,303,386,502,703	3e+2d+3c+2b	132	64	8	60	48,49	6,06	45,45
899	704	3e+2d+3c+2b+a	141	72	9	60	51,07	6,38	42,55

Digitized by Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
900	S	3e+2d+3c+2b+2a	150	80	10	60	53,33	6,67	40,00
901		3e+2d+3c+2b+3a	159	88	11	60	55,35	6,92	37,73
902		3e+2d+3c+3b	146	72	8	66	49,32	5,48	45,20
903		3e+2d+3c+3b+a	155	80	9	66	51,61	5,81	42,58
904		3e+2d+3c+3b+2a	164	88	10	66	53,66	6,10	40,24
905		3e+2d+3c+3b+3a	173	96	11	66	55,49	6,36	38,15
906		3e+3d+a	54	8	10	36	14,81	18,52	66,67
907		3e+3d+2a	63	16	11	36	25,40	17,46	57,14
908		3e+3d+b	59	8	9	42	13,56	15,25	71,19
909		3e+3d+b+a	68	16	10	42	23,53	14,71	61,76
910		3e+3d+b+2a	77	24	11	42	31,17	14,29	54,54
911		3e+3d+b+3a	86	32	12	42	37,21	13,95	48,84
912		3e+3d+2b	73	16	9	48	21,92	12,33	65,75
913		3e+3d+2b+a	82	24	10	48	29,27	12,19	58,54
914		3e+3d+2b+2a	91	32	11	48	35,16	12,09	52,75
915		3e+3d+2b+3a	100	40	12	48	40,00	12,00	48,00
916		3e+3d+3b+a	96	32	10	54	33,33	10,42	56,25
917		3e+3d+3b+2a	105	40	11	54	38,09	10,48	51,43
918		3e+3d+c	67	16	9	42	23,88	13,43	62,69
919		3e+3d+c+a	76	24	10	42	31,58	13,16	55,26
920		3e+3d+c+2a	85	32	11	42	37,65	12,94	49,41
921		3e+3d+c+3a	94	40	12	42	42,55	12,77	44,68
922		3e+3d+c+b	81	24	9	48	29,63	11,11	59,26
923	359,554	3e+3d+c+b+a	90	32	10	48	35,56	11,11	53,33
924		3e+3d+c+b+2a	99	40	11	48	40,40	11,11	48,49
925	360,555	3e+3d+c+b+3a	108	48	12	48	44,45	11,11	44,44
926		3e+3d+c+2b	95	32	9	54	33,69	9,47	56,84
927		3e+3d+c+2b+a	104	40	10	54	38,46	9,62	51,92
928		3e+3d+c+2b+2a	113	48	11	54	42,48	9,73	47,79
929		3e+3d+c+2b+3a	122	56	12	54	45,90	9,84	44,26

Google

Nummer	Nummer der gleichgeltenden Complexionen	Fortlaufende Complexionen	Stöchiometrische Zahlen				Nach 100 Theilen berechnet		
			Summe	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.	Sauerst.	Wasserst.	Kohlenst.
931	363,558	3e+3d+c+3b+a	118	48	10	60	40,68	8,47	50,85
932		3e+3d+c+3b+2a	127	56	11	60	44,10	8,66	47,24
933	364,559,750	3e+3d+c+3b+3a	136	64	12	60	47,06	8,82	44,12
934	585	3e+3d+2c	89	32	9	48	35.96	10,11	53,93
935	856	3e+3d+2c+a	98	40	10	48	40.82	10,20	48,98
936	857	3e+3d+2c+2a	107	48	11	48	44,86	10,28	44,86
937		3e+3d+2c+3a	116	56	12	48	48,28	10,34	41,38
938		3e+3d+2c+b	103	40	9	54	38,83	8,74	52,43
939		3e+3d+2c+b+a	112	48	10	54	42,86	8,93	48,21
940		3e+3d+2c+b+2a	121	56	11	54	46,28	9,09	44,63
941		3e+3d+2c+b+3a	130	64	12	54	49,23	9,23	41,54
942		3e+3d+2c+2b	117	48	9	60	41,03	7,69	51,28
943		3e+3d+2c+2b+a	126	56	10	60	44,44	7,94	47,62
944		3e+3d+2c+2b+2a	135	64	11	60	47,41	8,15	44,44
945		3e+3d+2c+2b+3a	144	72	12	60	50,00	8,33	41,67
946		3e+3d+2c+3b	131	56	9	66	42,75	6,87	50,38
947		3e+3d+2c+3b+a	140	64	10	66	45,72	7,14	47,14
948		3e+3d+2c+3b+2a	149	72	11	66	48,32	7,38	44,30
949		3e+3d+2c+3b+3a	158	80	12	66	50,63	7,60	41,77
950	872	3e+3d+3c+a	120	56	10	54	46,67	8,33	45,00
951	873	3e+3d+3c+2a	129	64	11	54	49,61	8,53	41,86
952		3e+3d+3c+b	125	56	9	60	44,80	7,20	48,00
953	178,375,491,570	3e+3d+3c+b+a	134	64	10	60	47,76	7,46	44,78
954		3e+3d+3c+b+2a	143	72	11	60	50,35	7,69	41,96
955	179,376,492,571	3e+3d+3c+b+3a	152	80	12	60	52,63	7,90	39,47
956		3e+3d+3c+2b	139	64	9	66	46,04	6,48	47,48
957		3e+3d+3c+2b+a	148	72	10	66	48,65	6,76	44,59
958		3e+3d+3c+2b+2a	157	80	11	66	50,95	7,01	42,04
959		3e+3d+3c+2b+3a	166	88	12	66	53,01	7,23	39,76
960	181,379,574	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Digitized by Google

Es sind zwar in der zweiten Spalte der Tafeln die *Nummern* der gleichgeltenden Complexionen aufgeführt worden; nachträglich wollen wir aber auch die *Mengen* derselben und die ersten Nummern einer jeden Gruppe gleichgeltender Complexionen anführen. So wie nämlich nur *eine* schon oben (S. 132.) angeführte Gruppe von ein- und zwanzig gleichgeltenden Complexionen vorkommt, eben so kommen vor:

A)	2 Gruppen	von	*sieben*	gleichgeltenden	Complexionen	
B)	7 -	-	*sechs*	-	-	-
C)	14 -	-	*fünf*	-	-	-
D)	27 -	-	*vier*	-	-	-
E)	66 -	-	*drei*	-	-	-
F)	105 -	-	*zwei*	-	-	-

Die ersten Nummern sind

von A) 63, 173

- B) 59, 117, 131, 132, 183, 184, 187

- C) 3, 6, 51, 60, 64, 65, 114, 118, 124, 125, 174, 175, 178, 179

- D) 8, 9, 121, 126, 128, 136, 140, 141, 170, 171, 181, 189, 192, 193, 204, 364, 368, 369, 384, 385, 428, 429, 440, 444, 445, 455, 457

- E) 56, 71, 72, 75, 76, 79, 80, 81, 120, 123, 133, 135, 137, 145, 146, 147, 177, 185, 191, 196, 197, 201, 207, 208, 209, 217, 218, 219, 295, 296, 359, 360, 363, 365, 367, 377, 381, 383, 393, 423, 424, 425, 432, 433, 435, 436, 437, 443, 448, 453, 459, 460, 461, 469, 472, 611, 612, 613, 627, 628, 629, 635, 679, 680, 681, 696

- F) 23, 24, 25, 57, 61, 73, 77, 88, 91, 92, 93, 119, 129, 130, 143, 144, 148, 149, 151, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161,

Google

373, 389, 397, 399, 400, 401, 405, 409, 419, 420, 421, 431, 434, 438, 454, 463, 464, 465, 470, 476, 477, 544, 561, 605, 606, 607, 608, 609, 617, 625, 631, 637, 639, 640, 641, 645, 649, 667, 668, 669, 672, 674, 675, 676, 677, 678, 683, 684, 685, 687, 688, 689, 693, 694, 699, 700, 701, 704, 709, 710, 711, 713, 855, 856, 857, 872, 873.

Die Anzahl der Complexionen, für die es keine gleichgeltenden giebt, ist 298. Die Nummern derselben anzuführen, ist überflüſsig.

Digitized by Google

Bischof an den Präsidenten Nees von Esenbeck.

Sie haben aus dem Gange unserer bisherigen Untersuchungen ersehen, auf welchem Wege ich in Verbindung mit unserm Freunde *Rothe*, die Aufgabe, welche Sie mir vorlegten, zu lösen versucht habe. Um nun unsere Untersuchungen wieder an die Erfahrung, von der ich ausgegangen, anknüpfen zu können, wollen wir nur noch einen kurzen Blick auf die vorzüglichsten Resultate, die sich uns ergeben haben, werfen.

Durch das elektrochemische System gewannen wir die Ansicht, daſs die organischen Körper aus binären Verbindungen der Elemente sich bilden; mit Hülfe der Combinationslehre ordneten wir die Zusammensetzungen dieser binären Verbindungen, und es wurde uns dadurch die Möglichkeit gegeben, die fast zahllose Mannichfaltigkeit der Natur in ihren Bildungen, sofern wir die materielle Verschiedenheit ihrer Erzeugnisse durch verschiedene Mischungsverhältnisse der Elemente bedingt betrachten, zu erreichen.

Wir fanden ferner, daſs nicht *alle* Complexionen, welche die Combinationslehre zuläſst, *zugleich* Statt finden können, indem eine Anzahl derselben als gleichbedeutend mit andern ausgeschlossen werden muſste; allein es gelang uns, für die übrig bleibenden nützlichen Complexionen ein gewisses Gesetz aufzufinden, wornach die Menge derselben für *jede* Anzahl von binären Verbindungen, die aus den Elementen entstehen können, sich bestimmen läſst. Auf dem der Mathematik eigenthümlichen Wege, die Untersuchungen zu immer gröſserer Allgemeinheit zu führen, kamen wir endlich dahin, jenes Gesetz auch auf jede Anzahl von Verhältniſstheilen, (Massentheilen, Atomen) die in eine organische Verbindung eingehen, auszudehnen.

Wir berechneten Tafeln für die fünf bekannten binären Verbindungen, wobei wir übrigens nur eine willkührliche Gränze für die Anzahl

Digitized by Google

weiter: wir fanden nämlich eine große Anzahl von Complexionen, welche auf einerlei Verhältnisse der Grundstoffe führten, obgleich sie an sich verschieden sind. Dieſs veranlaſste neue Untersuchungen, und es gelang uns, diese gleichgeltenden Complexionen, unabhängig von den Tafeln, durch Schlüsse zu bestimmen; zugleich fanden wir aber, daſs sich nicht alle Verhältnisse der Grundstoffe durch unsere fünf binären Verbindungen hervorbringen lassen; sondern daſs dieſs nur dann geschehen könne, wenn gewisse Bedingungsungleichungen Statt finden.

Ehe ich nun einzeln alle die bisher analysirten Pflanzenkörper durchgehe, und unsere aufgefundenen Gesetze durch die Erfahrung zu bewähren suche, muſs ich vorher noch einiges im Allgemeinen erinnern.

Zur Erläuterung der Note S. 63 habe ich folgendes zu bemerken: So verschieden auch immer die Verfahrungsarten bei der Analyse der Pflanzenkörper seyn mögen, so kommen sie doch alle, wie oben (S. 32, 36 und 37) gezeigt worden, darin überein, daſs die vegetabilische Substanz mit einem sauerstoffreichen Körper in einem verschlossenen Gefäſse verbrannt, und aus den Producten der Verbrennung das Mischungsverhältniſs gedachter Substanz bestimmt wird. Diese Producte sind bei denjenigen Körpern, welche von rein vegetabilischer Mischung sind, stets Wasser und Kohlensäure. Da nun die Chemiker nicht durchaus einerlei Mischungsverhältnisse dieser beiden binären Verbindungen zum Grunde legen, so müssen ihre Angaben etwas von einander abweichen, wenn auch die Resultate der Analysen selbst mit einander übereinstimmen. Es ist aber leicht einzusehen, daſs es für unsern Zweck, nämlich für die Anordnung der Elemente nach binären Verbindungen, ganz einerlei ist, welches Mischungsverhältniſs des Wassers und der Kohlensäure angenommen wird, wenn man nur das nämliche auch bei Berechnung der Tafeln anwendet; denn angenommen, man erwählte ein ganz unrichtiges, so hebt sich ja gegenseitig der Fehler, und nur die Verhältnisse der Elemente, also die 3 letzten Spalten der Tafeln, werden unrichtig

Digitized by Google

(S. 63.) für den Sauer- Wasser- und Kohlenstoff die Verhältnifszahlen 8, 1 und 6 gesetzt habe, und darnach die Tafeln berechnet worden sind, so müssen wir auch bei den Analysen dieselben Verhältnifszahlen zum Grunde legen, und darnach die Verhältnisse der Elemente berechnen. Diefs kann jedoch nur füglich bei den Analysen von *Berzelius* geschehen, der jederzeit genau angiebt, wie viel er durch Verbrennung einer bestimmten Quantität irgend eines Pflanzenkörpers, Wasser und Kohlensäure erhalten hat. Ueberhaupt scheint es, dafs vor *Berzelius* keiner mit so vieler Sorgfalt und Genauigkeit, solche Untersuchungen angestellt hat; obgleich ich keineswegs die Verdienste, welche sich namentlich *Gay-Lussac*, *Thenard* und *von Saussure* hierin erwarben, verkenne. Ich werde daher auch vorzugsweise *Berzelius's* Analysen benützen, und nur, wenn diese mangeln, zu andern meine Zuflucht nehmen.

Gröfstentheils finden wir in unsern Tafeln näherungsweise die Mischungsverhältnisse der Elemente von den analysirten Substanzen. Wenn aber mehr als 3 Verhältnifstheile einer binären Verbindung in einen Pflanzenkörper eingehen, so sind die Tafeln unzureichend. Wie sich indefs auch für diesen Fall die den gegebenen Verhältnissen der Elemente entsprechenden binären Verbindungen und die Anzahl der Verhältnifstheile auffinden lassen, ergiebt sich aus den von *Rothe* (S. 122. §. 57.) angegebenen Regeln. Es wird jedoch erfordert, dafs folgende 3 Bedingungsungleichungen, welche unmittelbar aus §. 6. S. 110. folgen, Statt finden. Wenn nämlich O die Gewichtstheile des Sauerstoffs, H des Wasserstoffs und C des Kohlenstoffs bezeichnen; so mufs

$$\tfrac{1}{8}O + H \geq \tfrac{1}{6}C$$
$$\tfrac{1}{8}O + \tfrac{1}{6}C \geq H$$
$$H + \tfrac{1}{6}C \geq \tfrac{1}{8}O$$

seyn, ausserdem lassen sich auf keine Weise die gegebenen Verhältnisse der Elemente durch die fünf binären Verbindungen darstellen.

Die Regeln zur Auffindung der den Verhältnissen der Elemente ent-

Digitized by Google

Sauer - Wasser - und Kohlenstoff von der Art gegeben sind, daſs die erstere durch 8 und die letztere durch 6 theilbar ist. Um nun aus den in Hunderttheilen gegebenen Zahlen der Elemente die eben erwähnten Verhältniſszahlen zu finden, was der Natur der Sache nach nur approximativ geschehen kann, verfahre man, wie das nachstehende Beispiel zeigt.

Es sey die Zusammensetzung eines Pflanzenkörpers

Sauerstoff	=	15
Wasserstoff	=	20
Kohlenstoff	=	65
		100

Man dividire zunächst die erste Zahl durch 8, die zweite durch 1 und die dritte durch 6, so erhält man $\frac{15}{8} = 1{,}875$, $\frac{20}{1} = 20$, $\frac{65}{6} = 10{,}833\ldots$ und nun setze man für den kleinsten dieser Quotienten, der also hier 1,875 ist, nach der Reihe die Werthe 1, 2, 3, 4, 5 ...... so ist

$$
\begin{aligned}
1{,}875 : 20 &= 1 : 10{,}66\ldots\\
&= 2 : 21{,}33\ldots\\
&= 3 : 32\\
&= 4 : 42{,}66\ldots
\end{aligned}
$$

ferner

$$
\begin{aligned}
1{,}875 : 10{,}833 &= 1 : 5{,}77\ldots\\
&= 2 : 11{,}55\ldots\\
&= 3 : 17{,}33\ldots\\
&= 4 : 23{,}11\ldots
\end{aligned}
$$

Es lassen sich folglich näherungsweise für

s	die Werthe	1, 2, 3, 4
w	- - -	11, 21, 32, 43
k	- - -	6, 12, 17, 23

setzen, wo s, w und k die oben (S. 110. §. 1.) angezeigte Bedeutung

Digitized by Google

Berechnet man nun für diese verschiedenen Werthe von s, w und k die Verhältnisse der Elemente, so findet sich, daſs nach den ersten der gröſste Unterschied 0,45, nach den zweiten 1,05, nach den dritten 0,81, und nach den vierten 0,21 ist. Je nachdem nun 0,45 oder nur 0,21 der gröſste mögliche Beobachtungsfehler ist, kann man die ersten oder letzten Werthe annehmen. Dieser gröſste mögliche Beobachtungsfehler kann aber begreiflicher Weise nur dadurch gefunden werden, daſs ein und derselbe Pflanzenkörper mehrmals mit aller Sorgfalt zerlegt wird; der gröſste Unterschied zwischen den verschiedenen durch die Analyse erhaltenen Resultaten giebt dann diesen gröſsten Fehler.

Häufig wird der Fall eintreten, daſs man den Resultaten der Analyse desto näher kommt, je höhere Werthe für s, w und k gesetzt werden. Zu erinnern ist aber hier, daſs man nicht nach Willkühr diese Werthe steigern könne; denn aus den Gleichungen für s, w und k*) (S. 110. §. 1.) folgt unmittelbar, daſs jede dieſer drei Gröſsen nicht gröſser seyn

*) Es ist leicht einzusehen, wie sich diese Gleichungen (a. a. O.) ergeben haben. Nach S. 64 und 67 ist nämlich

		Sauerst.		Wasserst.		Kohlenst.
a	=	8	+	1		
b	=	8	+			6
c	=	2.8	+			6
d	=			1	+	6
e	=			2.1	+	6

folglich

αa	=	$\alpha 8$	+	$\alpha 1$		
βb	=	$\beta 8$	+			$\beta 6$
γc	=	$\gamma 2.8$	+			$\gamma 6$
δd	=			$\delta 1$	+	$\delta 6$
εe	=			$\varepsilon 2.1$	+	$\varepsilon 6$

Addirt man nun die Verhältniſstheile des Sauer- Wasser- und Kohlenstoffs der fünf binären Verbindungen zusammen, so erhält man allgemein

$\alpha 8 + \beta 8 + \gamma 2.8 = 8s$

folglich $\alpha + \beta + 2\gamma = s$

ferner $\alpha + \delta + 2\varepsilon = w$

und endlich $\beta 6 + \gamma 6 + \delta 6 + \varepsilon 6 = 6k$

folglich $\beta + \gamma + \delta + \varepsilon = k$

Digitized by Google

dürfe als das 4fache des Maximums der Verhältnifstheile für die binären Verbindungen. Setzt man daher, wie bei Berechnung unserer Tafeln geschehen, die Zahl 3 als das Maximum, so kann jede der drei Gröfsen s, w und k nicht höher als bis auf 12 steigen. Allein da aus den oben (S. 62.) angegebenen Gründen dieses Maximum ohne allen Zweifel höher als 3 ist, so habe ich bei den einzelnen Pflanzenkörpern, die ich nun betrachten werde, die gleichgeltenden Complexionen für die höhern Zahlen berechnet. Ich ging bis auf 8 Verhältnifstheile, mithin kann keine der Gröfsen s, w und k die Gränze 32 übersteigen; ich will aber damit gar nicht behaupten, als sey dieses das wahre Maximum: weiter unten werde ich indefs meine Ansichten entwickeln, wie man hoffen kann, es auf experimentalen Wege zu finden.

Gemeiner Zucker.

Berzelius *) verbrannte 0,9675 Th. der basischen Verbindung des gemeinen Zuckers mit Bleioxyd, welche nach frühern Analysen 0,4 Zucker enthalten, mit überoxydirtsalzsaurem Kali, und erhielt 0,2305 Wasser und 0,651 Kohlensäure. Hieraus ergiebt sich nach den oben (S. 64.) angegebenen Verhältnifszahlen für diese beiden binären Verbindungen, dafs die Zusammensetzung des Zuckers nach Hunderttheilen ist:

Sauerstoff	=	49,21
Wasserstoff	=	6,40
Kohlenstoff	=	44,39
		100,00 **)

*) *Thomson's* Annals of Philos. V. v. P. 295.

**) Bezeichnet man nämlich allgemein das Wasser mit a, die Kohlensäure mit c und die zur Analyse angewandte Quantität des Pflanzenkörpers mit M, so ist, wie leicht einzusehen

$$\text{der Sauerstoff} = \frac{99M - 11a - 27c}{99M} \cdot 100$$

$$\text{der Wasserstoff} = \frac{a}{9M} \cdot 100$$

$$\text{der Kohlenstoff} = \frac{3c}{11M} \cdot 100$$

Digitized by Google

Hiermit stimmen sehr nahe *Gay-Lussac* und *Thenard* *) überein; *Prout* **) weicht aber etwas hiervon ab.

Diese Verhältnisse der Elemente nähern sich am meisten den gleich geltenden Complexionen 455, 567, 642 und 758 in den Tafeln, nach welchen der Zucker besteht aus

Sauerstoff	=	50,00
Wasserstoff	=	6,25
Kohlenstoff	=	43,75
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s	die Werthe	6, 12, 18, 24
w	- -	6, 12, 18, 24
k	- -	7, 14, 21, 28 ***)

zu setzen, und es ergeben sich dann überhaupt nach *Rothe's* Regel (S. 122. §. 57.) folgende 33 gleichgeltende Complexionen:

4d + c + 2b + 2a	3e + 3d + c + 7b + 3a	5e + 5d + 4c + 7b + 3a
7d + 7b + 5a	3e + 4d + 3c + 4b + 2a	5e + 6d + 6c + 4b + 2a
e + 2d + 4b + 2a	3e + 5d + 5c + b + a	5e + 7d + 8c + b + a
e + 3d + 2c + b + a	3e + 8d + 4c + 6b + 4a	6e + 4d + 5c + 6b + 2a
e + 6d + c + 6b + 4a	4e + 3d + 4c + 3b + a	6e + 5d + 7c + 3b + a
e + 7d + 3c + 3b + 3a	4e + 6d + 3c + 8b + 4a	7e + 2d + 4c + 8b + 2a
e + 8d + 5c + 2a	4e + 7d + 5c + 5b + 3a	7e + 3d + 6c + 5b + a
2e + d + c + 3b + a	4e + 8d + 7c + 2b + 2a	7e + 4d + 8c + 2b
2e + 2d + 3c	5e + c + 8b + 2a	7e + 7d + 7c + 7b + 3a
2e + 5d + 2c + 5b + 3a	5e + d + 3c + 5b + a	8e + d + 5c + 7b + a
3e + 2c + 2b	5e + 2d + 5c + 2b	8e + 2d + 7c + 4b

*) *Rech.* II. 289.

**) *Schweigg.* Journ. B. XXII. S. 454.

***) Die ersten Werthe für s, w und k ergeben sich aus den Zahlen der 5ten, 6ten und 7ten Spalte der Complexion Nro. 455 in den Tafeln, wenn man die erste durch 8 (die Verhältnifszahl des *Sauerstoffs*) und die letzte durch 6 (die Verhältnifszahl des Kohlenstoffs) dividirt, die übrigen erhält man, wenn man jene ersten Werthe doppelt, dreifach u. s. w. nimmt.

Digitized by Google

Milchzucker.

Berzelius *) verbrannte 0,4 Milchzucker, und erhielt 0,244 Wasser und 0,5805 Kohlensäure. Demnach ist die Zusammensetzung des Milchzuckers:

Sauerstoff	=	53,64
Wasserstoff	=	6,78
Kohlenstoff	=	39,58
		100,00

Da aber *Berzelius* fand, daſs der krystallisirte Milchzucker 12 $\frac{2}{3}$ Prc. Wasser enthält, so ist die eigentliche Zusammensetzung desselben

Sauerstoff	=	48,68
Wasserstoff	=	6,17
Kohlenstoff	=	45,15
		100,00

Thenard und *Gay-Lussac* **) weichen, da sie keine Rücksicht auf das Krystallisationswasser nehmen, etwas hievon ab.

Diese Verhältnisse der Elemente nähern sich am meisten den gleichgeltenden Complexionen 187, 303, 386, 502, 703, 898 in den Tafeln, nach welchen der Milchzucker besteht, aus:

Sauerstoff	=	48,49
Wasserstoff	=	6,06
Kohlenstoff	=	45,45
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältniſstheile aufzufinden, hat man für

s die Werthe	4, 8, 12, 16, 20, 24
w - -	4, 8, 12, 16, 20, 24
k - -	5, 10, 15, 20, 25, 30

*) a. a. O. 266

zu setzen, und es ergeben sich dann überhaupt nach S. 122. §. 57. folgende 40 gleichgeltende Complexionen:

3d + c + b + a
5d + 5b + 3a
8d + c + 6b + 4a
e + d + 3b + a
e + 2d + 2c
e + 4d + c + 4b + 2a
e + 5d + 3c + b + a
e + 6d + 8b + 4a
e + 7d + 2c + 5b + 3a
e + 8d + 4c + 2b + 2a
2e + c + 2b
2e + 3d + 2c + 3b + a
2e + 5d + c + 7b + 3a
2e + 6d + 3c + 4b + 2a

2e + 7d + 5c + b + a
3e + d + c + 5b + a
3e + 2d + 3c + 2b
3e + 4d + 2c + 6b + 2a
3e + 5d + 4c + 3b + a
3e + 7d + 3c + 7b + 3a
3e + 8d + 5c + 4b + 2a
4e + 2d + c + 8b + 2a
4e + 3d + 3c + 5b + a
4e + 4d + 5c + 2b
4e + 7d + 6c + 3b + a
5e + d + 2c + 7b + a
5e + 2d + 4c + 4b
5e + 4d + 3c + 8b + 2a

5e + 5d + 5c + 5b + a
5e + 6d + 7c + 2b
5e + 8d + 6c + 6b + 2a
6e + 3d + 4c + 7b + a
6e + 6d + 5c + 8b + 2a
6e + 7d + 7c + 5b + a
7e + 2d + 5c + 6b
7e + 5d + 6c + 7b + a
7e + 6d + 8c + 4b
7e + 8d + 7c + 8b + 2a
8e + 4d + 7c + 6b
8e + 7d + 8c + 7b + a

Stärkezucker.

Nach *von Saussure's* *) Analyse des Stärkezuckers besteht derselbe aus:

Sauerstoff	=	55,87
Wasserstoff	=	6,84
Kohlenstoff	=	37,29
		100,00

Diese Verhältnisse nähern sich am meisten den gleichgeltenden Complexionen 637, 832 in den Tafeln, nach welchen der Stärkezucker besteht aus:

Sauerstoff	=	55,81
Wasserstoff	=	6,98
Kohlenstoff	=	37,21
		100,00

*) Gilb. n. Ann. B. XIX. S. 136.

Digitized by Google

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s die Werthe 9, 18, 27
w - - 9, 18, 27
k - - 8, 16, 24

zu setzen, und es ergeben sich dann überhaupt nach S. 122. §. 57. folgende 26 gleichgeltende Complexionen:

4d+4b+5a	3e+d+3c+b+2a	5e+4d+7c+4a
5d+2c+b+4a	3e+4d+c+8b+8a	6e+d+4c+5b+5a
e+3d+c+3b+4a	3e+5d+3c+5b+7a	6e+7d+8c+3b+8a
e+4d+3c+3a	3e+6d+5c+2b+6a	7e+5c+4b+4a
e+8d+3c+4b+8a	4e+4c+a	7e+d+7c+b+3a
2e+d+5b+4a	4e+3d+2c+7b+7a	7e+5d+7c+5b+8a
2e+2d+2c+2b+3a	4e+5d+6c+b+5a	8e+3d+6c+7b+8a
2e+7d+4c+3b+7a	5e+2d+3c+6b+6a	8e+4d+8c+4b+7a
3e+c+4b+3a	5e+3d+5c+3b+5a	

Weintraubenzucker.

Nach *von Saussure's**) Analyse des Weintraubenzuckers besteht derselbe aus:

Sauerstoff	=	56,51
Wasserstoff	=	6,78
Kohlenstoff	=	36,71
		100,00

Diese Verhältnisse nähern sich am meisten den gleichgeltenden Complexionen 381, 576, 766 in den Tafeln, nach welchen der Weintraubenzucker besteht aus:

Sauerstoff	=	56,57
Wasserstoff	=	7,07
Kohlenstoff	=	36,36
		100,00

Digitized by Google

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s	die Werthe	7, 14, 21, 28
w	- -	7, 14, 21, 28
k	- -	6, 12, 18, 24

zu setzen, und es ergeben sich dann überhaupt nach S. 122. §. 57. folgende 31 gleichgeltende Complexionen:

3d + 3b + 4a	3e + 2d + c + 6b + 6a	5e + 4d + 5c + 4b + 7a
4d + 2c + 3a	3e + 3d + 3c + 3b + 5a	5e + 5d + 7c + b + 6a
7d + 2c + 3b + 7a	3e + 4d + 5c + 4a	6e + 2d + 4c + 6b + 7a
e + 2d + c + 2b + 3a	3c + 7d + 5c + 3b + 8a	6e + 4d + 8c + 5a
e + 5d + c + 5b + 7a	3e + 8d + 7c + 7a	7e + 3c + 8b + 7a
e + 6d + 3c + 2b + 6a	4e + d + 2c + 5b + 5a	7e + d + 5c + 5b + 6a
2e + 4b + 3a	4e + 5d + 4c + 5b + 8a	7e + 2d + 7c + 2b + 5a
2e + d + 2c + b + 2a	4e + 6d + 6c + 2b + 7a	8e + 6c + 4b + 5a
2e + 3d + 7b + 7a	5e + 3c + 4b + 4a	8e + d + 8c + b + 4a
2e + 5d + 4c + b + 5a	5e + d + 5c + b + 3a	
3e + 3c + a	5e + 3d + 3c + 7b + 8a	

Mannazucker.

Nach *von Saussure's* *) Analyse des Mannazuckers enthält derselbe zwar 0,32 Procent Stickstoff; ich zweifle aber an diesen so geringen Stickstoffgehalt, und nehme ihn von rein vegetabilischer Mischung an. Vertheilt man diesen Stickstoffgehalt auf die übrigen Elemente, so erhält man für die Zusammensetzung dieses Pflanzenkörpers

Sauerstoff	=	45,94
Wasserstoff	=	6,08
Kohlenstoff	=	47,98
		100,00

*) a. a. O. S. 145.

Digitized by Google

Diese Verhältnisse nähern sich den gleichgeltenden Complexionen 443, 632, 746; kommen aber am nächsten den beiden 454, 566 in den Tafeln, wornach der Mannazucker besteht aus:

Sauerstoff	=	45,98
Wasserstoff	=	5,75
Kohlenstoff	=	48,27
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s	die Werthe	5, 10, 15, 20
w	- -	5, 10, 15, 20
k	- -	7, 14, 21, 28

zu setzen, und es ergeben sich dann in Allem nach S. 122. §. 57. folgende 15 gleichgeltende Complexionen:

4d + c + 2b + a	e + 7d + 3c + 3b + a	3e + 4d + 3c + 4b
7d + 7b + 3a	e + 8d + 5c	3e + 8d + 4c + 6b + a
e + 2d + 4b + a	2e + d + c + 3b	4e + 6d + 3c + 8b + a
e + 3d + 2c + b	2e + 5d + 2c + 5b + a	4e + 7d + 5c + 5b
e + 6d + c + 6b + 2a	3e + 3d + c + 7b + a	5e + 5d + 4c + 7b

Stellen wir nun die verschiedenen *niedrigsten* Werthe für s, w und k, welche bei den bisher betrachteten Zuckerarten gesetzt worden sind, zusammen, so ergiebt sich

	für s	w	k
bei dem gemeinen Zucker	6	6	7
- - Milchzucker	4	4	5
- - Stärkezucker	9	9	8
- - Weintraubenzucker	7	7	6
- - Mannazucker	5	5	7

Digitized by Google

Hier finden wir, dafs der Weintraubenzucker den geringsten Kohlenstoffgehalt hat, dann folgt der Stärkezucker, dann der gemeine Zucker, dann der Milchzucker und endlich der Mannazucker, in welchem der Kohlenstoff am meisten überwiegt. Wir bemerken ferner, dafs in allen diesen verschiedenen Zuckerarten die Verhältnifstheile des Sauer- Wasser- und Kohlenstoffs sich *fast* verhalten wie 1 : 1 : 1, und dafs mithin eine Complexion, welche eine *gleiche* Anzahl von Verhältnifstheilen der Elemente enthält, als ein mittleres Verhältnifs zwischen den verschiedenen Zuckerarten zu betrachten ist. Die merkwürdigen 21 gleichgeltenden Complexionen, welche in den Tafeln mit S bezeichnet worden, sind aber von der Art, dafs sich in ihnen die Verhältnifstheile des Sauer- Wasser- und Kohlenstoffs verhalten wie 1:1:1. Es dringt sich uns daher die Ansicht auf, diese 21 gleichgeltenden Complexionen, und die ihnen entsprechenden Verhältnisse der Elemente, für das *Grundverhältnifs* aller verschiedenen Zuckerarten und diese für blofse Modificationen desselben zu halten. Vielleicht tritt dieses Grundverhältnifs in der Natur nie rein hervor, da vielleicht niemals *alle* Bedingungen, von welchen die Bildung einer Pflanzensubstanz in ihrer ursprünglichen Reinheit abhängt, *zugleich* gegeben sind; es kann daher wohl seyn, dafs uns nie die Analyse irgend eines Zuckers jenes Grundverhältnifs geben wird. Doch ist es sehr merkwürdig, dafs *Prout's* Analyse des Zuckers *) vollkommen

*) Nach ihm (*Schweigg.* Journ. B. XXII. S. 454.) besteht nämlich der Zucker aus:

Sauerstoff	=	6,66
Wasserstoff	=	39,99
Kohlenstoff	=	53,33
		99,98

und der Harnruhr-Zucker und Milchzucker gaben so ähnliche Resultate, dafs er sie alle als wesentlich gleiche Substanzen betrachtet, die nur in ihren äussern Kenn-

Digitized by Google

mit den Verhältnissen der Elemente in jenen 21 gleichgeltenden Complexionen übereinstimmt.

Die obigen Werthe für s, w und k in den dort aufgezählten Zuckerarten zeigen ferner, daſs die Verhältniſstheile des Sauer- und Wasserstoffs stets gleich sind, daſs aber der Kohlenstoff um eins kleiner oder gröſser, und bei dem Mannazucker um 2 gröſser ist. Es ist höchst wahrscheinlich, daſs es noch viele, in verschiedenen Pflanzensäften enthaltene Zuckerarten giebt, welche denjenigen Complexionen entsprechen, die in den Tafeln *zunächst* an jede der 21 gleichgeltenden Complexionen gränzen. Jede Complexion (bloſs mit einigen wenigen Ansnahmen) nämlich, welche einer in den Tafeln mit S bezeichneten vorhergeht und ihr folgt, ist von der Art, daſs die Verhältniſstheile des Sauer- und Wasserstoffs einander gleich, die des Kohlenstoffs aber um 1 gröſser oder kleiner sind, und so finden sich von 1 Verhältniſstheil Sauer- und Wasserstoff an bis zu 11 Verhältniſstheilen die dazwischen liegenden von der angezeigten Art. Ausser diesen, zunächst an die 21 gleichgeltenden Complexionen gränzenden sind noch einige wenige von dieser Art, die aber, die 961ste ausgenommen, mit jenen gleichgeltend sind.

Sucht man nun endlich auch die gleichgeltenden Complexionen der mit S bezeichneten für 8 Verhältniſstheile, so hat man für

s die Werthe 1, 2, 3, 4 32
w - - 1, 2, 3, 4 32
k - - 1, 2, 3, 4 32

zu setzen, und man erhält dann folgende 239 gleichgeltende Complexionen:

d + b + a	5d + 2c + b + 3a	8d + c + 6b + 7a
2d + c + a	6d + c + 4b + 5a	8d + 3c + 2b + 5a
3d + c + b + 2a	7d + c + 5b + 6a	e + 2b + a
4d + c + 2b + 3a	7d + 2c + 3b + 5a	e + c.

Digitized by Google

e+d+c+b+a
e+2d+4b+3a
e+2d+c+2b+2a
e+2d+2c+a
e+3d+5b+4a
e+3d+c+3b+3a
e+3d+2c+b+2a
e+4d+6b+5a
e+4d+c+4b+4a
e+4d+2c+2b+3a
e+4d+3c+2a
e+5d+7b+6a
e+5d+c+5b+5a
e+5d+2c+3b+4a
e+5d+3c+b+3a
e+6d+8b+7a
e+6d+c+6b+6a
e+6d+2c+4b+5a
e+6d+3c+2b+4a
e+6d+4c+3a
e+7d+c+7b+7a
e+7d+2c+5b+6a
e+7d+3c+3b+5a
e+7d+4c+b+4a
e+8d+c+8b+8a
e+8d+2c+6b+7a
e+8d+3c+4b+6a
e+8d+4c+2b+5a
e+8d+5c+4a

2e+d+c+3b+2a
2e+d+2c+b+a
2e+2d+c+4b+3a
2e+2d+3c+a
2e+3d+7b+5a
2e+3d+c+5b+4a
2e+3d+2c+3b+3a
2e+3d+3c+b+2a
2e+4d+c+6b+5a
2e+4d+3c+2b+3a
2e+5d+c+7b+6a
2e+5d+2c+5b+5a
2e+5d+3c+3b+4a
2e+5d+4c+b+3a
2e+6d+c+8b+7a
2e+6d+3c+4b+5a
2e+6d+5c+3a
2e+7d+2c+7b+7a
2e+7d+3c+5b+6a
2e+7d+4c+3b+5a
2e+7d+5c+b+4a
2e+8d+3c+6b+7a
2e+8d+5c+2b+5a
3e+c+4b+2a
3e+2c+2b+a
3e+d+7b+4a
3e+d+c+5b+3a
3e+d+2c+3b+2a
3e+d+3c+b+a

3e+2d+2c+4b+3a
3e+2d+3c+2b+2a
3e+2d+4c+a
3e+3d+c+7b+5a
3e+3d+2c+5b+4a
3e+3d+4c+b+2a
3e+4d+c+8b+6a
3e+4d+2c+6b+5a
3e+4d+3c+4b+4a
3e+4d+4c+2b+3a
3e+4d+5c+2a
3e+5d+2c+7b+6a
3e+5d+3c+5b+5a
3e+5d+4c+3b+4a
3e+5d+5c+b+3a
3e+6d+2c+8b+7a
3e+6d+4c+4b+5a
3e+6d+5c+2b+4a
3e+7d+3c+7b+7a
3e+7d+4c+5b+6a
3e+7d+5c+3b+5a
3e+7d+6c+b+4a
3e+8d+3c+8b+8a
3e+8d+4c+6b+7a
3e+8d+5c+4b+6a
3e+8d+6c+2b+5a
3e+8d+7c+4a
4e+c+6b+3a
4e+2c+2b+a

Digitized by Google

$4e+d+3c+3b+2a$
$4e+d+4c+b+a$
$4e+2d+c+8b+5a$
$4e+2d+3c+4b+3a$
$4e+2d+5c+a$
$4e+3d+2c+7b+5a$
$4e+3d+3c+5b+4a$
$4e+3d+4c+3b+3a$
$4e+3d+5c+b+2a$
$4e+4d+3c+6b+5a$
$4e+4d+5c+2b+3a$
$4e+5d+3c+7b+6a$
$4e+5d+4c+5b+5a$
$4e+5d+5c+3b+4a$
$4e+5d+6c+b+3a$
$4e+6d+3c+8b+7a$
$4e+6d+5c+4b+5a$
$4e+6d+7c+3a$
$4e+7d+4c+7b+7a$
$4e+7d+5c+5b+6a$
$4e+7d+6c+3b+5a$
$4e+7d+7c+b+4a$
$4e+8d+5c+6b+7a$
$4e+8d+7c+2b+5a$
$5e+c+8b+4a$
$5e+2c+6b+3a$
$5e+3c+4b+2a$
$5e+4c+2b+a$
$5e+d+2c+7b+4a$
$5e+d+2c+5b+3a$

$5e+d+5c+b+a$
$5e+2d+2c+8b+5a$
$5e+2d+3c+6b+4a$
$5e+2d+4c+4b+3a$
$5e+2d+5c+2b+2a$
$5e+2d+6c+a$
$5e+3d+3c+7b+5a$
$5e+3d+4c+5b+4a$
$5e+3d+5c+3b+3a$
$5e+3d+6c+b+2a$
$5e+4d+3c+8b+6a$
$5e+4d+4c+6b+5a$
$5e+4d+5c+4b+4a$
$5e+4d+6c+2b+3a$
$5e+4d+7c+2a$
$5e+5d+4c+7b+6a$
$5e+5d+6c+3b+4a$
$5e+5d+7c+b+3a$
$5e+6d+4c+8b+7a$
$5e+6d+5c+6b+6a$
$5e+6d+6c+4b+5a$
$5e+6d+7c+2b+4a$
$5e+6d+8c+3a$
$5e+7d+5c+7b+7a$
$5e+7d+6c+5b+6a$
$5e+7d+7c+3b+5a$
$5e+7d+8c+b+4a$
$5e+8d+5c+8b+8a$
$5e+8d+6c+6b+7a$
$5e+8d+7c+4b+6a$

$6e+5c+2b+a$
$6e+d+3c+7b+4a$
$6e+d+4c+5b+3a$
$6e+d+5c+3b+2a$
$6e+d+6c+b+a$
$6e+2d+3c+8b+5a$
$6e+2d+5c+4b+3a$
$6e+2d+7c+a$
$6e+3d+4c+7b+5a$
$6e+3d+5c+5b+4a$
$6e+3d+7c+b+2a$
$6e+4d+5c+6b+5a$
$6e+4d+7c+2b+3a$
$6e+5d+5c+7b+6a$
$6e+5d+6c+5b+5a$
$6e+5d+7c+3b+4a$
$6e+5d+8c+b+3a$
$6e+6d+5c+8b+7a$
$6e+6d+7c+4b+5a$
$6e+7d+6c+7b+7a$
$6e+7d+7c+5b+6a$
$6e+7d+8c+3b+5a$
$6e+8d+7c+6b+7a$
$7e+3c+8b+4a$
$7e+4c+6b+3a$
$7e+5c+4b+2a$
$7e+6c+2b+a$
$7e+d+4c+7b+4a$
$7e+d+5c+5b+3a$
$7e+d+6c+2b+$ [illegible]

Digitized by Google

$7e+2d+4c+8b+5a$	$7e+5d+6c+7b+6a$	$8e+d+7c+3b+2a$
$7e+2d+5c+6b+4a$	$7e+5d+7c+5b+5a$	$8e+d+8c+b+a$
$7e+2d+6c+4b+3a$	$7e+5d+8c+3b+4a$	$8e+2d+5c+8b+5a$
$7e+2d+7c+2b+2a$	$7e+6d+6c+8b+7a$	$8e+2d+7c+4b+3a$
$7e+2d+8c+a$	$7e+6d+7c+6b+6a$	$8e+3d+6c+7b+5a$
$7e+3d+5c+7b+5a$	$7e+6d+8c+4b+5a$	$8e+3d+7c+5b+4a$
$7e+3d+6c+5b+4a$	$7e+7d+8c+5b+6a$	$8e+3d+8c+3b+3a$
$7e+3d+7c+3b+3a$	$7e+8d+7c+8b+8a$	$8e+4d+7c+6b+5a$
$7e+3d+8c+b+2a$	$7e+8d+8c+6b+7a$	$8e+5d+7c+7b+6a$
$7e+4d+5c+8b+6a$	$8e+5c+6b+3a$	$8e+5d+8c+5b+5a$
$7e+4d+6c+6b+5a$	$8e+7c+2b+a$	$8e+6d+7c+8b+7a$
$7e+4d+7c+4b+4a$	$8e+d+5c+7b+4a$	$8e+7d+8c+7b+7a$
$7e+4d+8c+2b+3a$	$8e+d+6c+5b+3a$	

Es ist leicht einzusehen, daſs nur allein das Grundverhältniſs des Zuckers eine so sehr groſse Anzahl gleichgeltender Complexioneu zulassen könne. Denn da diese Substanz in ihrer ursprünglichen Reinheit genommen *gleiche* Verhältniſstheile der Elemente enthält, so muſs für eine gewisse Gränze derselben die Anzahl der Werthe für s, w und k gröſser seyn, als bei *irgend einem andern* Verhältnisse der Elemente; je gröſser aber die Anzahl der Werthe für s, w und k ist, desto mehr gleichgeltende Complexionen sind möglich.

Sofern aber, und es scheint nicht zu bezweifeln, der Zucker mit allen seinen Abänderungen unter allen nähern Bestandtheilen der Pflanzen derjenige ist, welcher am allgemeinsten in dem Pflanzenreiche verbreitet ist: so muſs uns der Umstand, daſs gerade diese Substanz aus der gröſstmöglichsten Anzahl gleichgeltender Complexionen gebildet werden kann, auf eine gewisse Beziehung aufmerksam machen, in der die Pflanzensubstanzen zu der Anzahl der ihnen entsprechenden Complexionen stehen möchten. Es scheint mir nämlich sehr wahrscheinlich, daſs eine Pflanzensubstanz je mehr sie in der Natur verbreitet ist, deste mehr

Google

sicht, auf der unser ganzes Gebäude beruht, daſs die Pflanzenkörper aus binären Verbindungen der Elemente sich bilden, die richtige ist, so kann dieſs auch gar nicht anders seyn. Die Natur wird denjenigen Pflanzensubstanzen, welche sie unter den verschiedensten Umständen, unter mancherlei Himmelsstrichen, aus den verschiedenartigsten Nahrungsmitteln u. s. w. hervorbringen muſs, ein solches Mischungsverhältniſs der Elemente gegeben haben, daſs dieſs auf die mannichfaltigste Weise aus den binären Verbindungen geschehen könne.

Wir sehen demnach ein, daſs der Zucker, welcher im Pflanzenreiche überall hervortritt, welcher als erstes Product des Keimens den ganzen Vegetationsproceſs einzuleiten scheint, in seiner ursprünglichen Reinheit auf keine andere Weise zusammengesetzt seyn könne, als aus gleichen Verhältniſstheilen Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Es ist ferner leicht einzusehen, daſs alle diejenigen Pflanzensubstanzen, welche sich in ihrer Zusammensetzung dem Zucker nähern, d. h. welche den Verhältnissen 1 : 1 : 1 der Elemente nahe kommen, die meisten gleichgeltenden Complexionen zulassen; mithin, nächst dem Zucker am allgemein verbreitesten vorkommen werden. Daſs je mehr die Verhältniſstheile der Elemente der Gleichheit sich nähern, desto gröſser die Anzahl der gleichgeltenden Complexionen wird, dieſs ist ein vollkommen begründetes und klar vor Augen liegendes Gesetz; daſs aber die Substanzen, welche viele gleichgeltende Complexionen zulassen, häufiger in der Natur vorkommen als andere, welche nicht so viele zulassen, dieses ist freilich bloſs Vermuthung, die indeſs durch die folgenden weiteren Untersuchungen einige Wahrscheinlichkeit mehr erhält.

Ich kehre nun nach diesen allgemeinen Betrachtungen wieder zu den einzelnen Pflanzenstoffen zurück.

Stärkemehl.

Berzelius *) verbrannte 0,555 einer Verbindung aus Bleioxyd und

*) a. a. O. 272.

Digitized by Google

Stärkemehl, welche von dem letztern 0,4 enthält, und erhielt 0,239 Wasser und 0,643 Kohlensäure. Diefs giebt für die Zusammensetzung des Stärkmehls

Sauerstoff	=	49,52
Wasserstoff	=	6,64
Kohlenstoff	=	43,84
		100,00

Nach einer andern Analyse dieses Chemikers mit unverbundenem Stärkmehl ist seine Zusammensetzung

Sauerstoff	=	49,72
Wasserstoff	=	6,68
Kohlenstoff	=	43,60
		100,00

Thenard und *Gay-Lussac**) stimmen fast ganz genau hiermit überein; *von Saussure***) weicht aber etwas ab.

Diese Verhältnisse nähern sich den gleichgeltenden Complexionen 368, 451, 563, 754, und noch mehr: 444, 633, 747, 826, in welchen letzteren ist

Sauerstoff	=	49,48
Wasserstoff	=	7,21
Kohlenstoff	=	43,31
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s	die Werthe	6, 12, 18, 24
w	- -	7, 14, 21, 28
k	- -	7, 14, 21, 28

*) a. a. O. 292.

**) a. a. O. 135.

Digitized by Google

zu setzen, und es ergeben sich dann folgende 35 gleichgeltende Complexionen:

$4d + 3b + 3a$	$3e + 5d + 3c + 3b + 3a$	$6e + 5d + 4c + 6b + 4a$
$5d + 2c + 2a$	$3e + 6d + 5c + 2a$	$6e + 7d + 8c + 2a$
$e + 3d + c + 2b + 2a$	$4e + 3d + 2c + 5b + 3a$	$7e + 5c + 2b$
$e + 7d + c + 5b + 5a$	$4e + 7d + 2c + 8b + 6a$	$7e + 3d + 3c + 8b + 4a$
$e + 8d + 3c + 2b + 4a$	$4e + 8d + 4c + 5b + 5a$	$7e + 4d + 5c + 5b + 3a$
$2e + d + 4b + 2a$	$5e + d + c + 7b + 3a$	$7e + 5d + 7c + 2b + 2a$
$2e + 2d + 2c + b + a$	$5e + 2d + 3c + 4b + 2a$	$7e + 8d + 5c + 8b + 6a$
$2e + 5d + 7b + 5a$	$5e + 3d + 5c + b + a$	$8e + 2d + 4c + 7b + 3a$
$2e + 7d + 4c + b + 3a$	$5e + 6d + 3c + 7b + 5a$	$8e + 3d + 6c + 4b + 2a$
$3e + c + 3b + a$	$5e + 7d + 5c + 4b + 4a$	$8e + 4d + 8c + b + a$
$3e + d + 3c$	$5e + 8d + 7c + b + 3a$	$8e + 7d + 8c + 7b + 5a$
$3e + 4d + c + 6b + 4a$	$6e + d + 4c + 3b + a$	

Auch die Nummern 178, 181, 187 mit ihren gleichgeltenden Complexionen und noch mehrere andere in den Tafeln nähern sich mehr oder weniger dem Mischungsverhältnisse des Stärkmehls. Da die Elemente in dieser Substanz den Verhältnissen 1 : 1 : 1 ziemlich nahe kommen, so mufs dem gemäfs, was oben bemerkt worden, eine verhältnifsmäfsig grofse Anzahl gleichgeltender Complexionen Statt finden, welches sich auch bestätigt hat. Offenbar ist aber auch das Amylum ein näherer Pflanzenbestandtheil, der, da er in den Saamen aller Getreidearten vorkommt, ziemlich häufig verbreitet ist. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs die verschiedenen den obigen Verhältnissen der Elemente sich nähernden Complexionen, den verschiedenen Arten des Stärkmehls entsprechen, und dafs es auch für diese Pflanzensubstanz ein gewisses *Grundverhältnifs* giebt. Allein, um hierüber mit einiger Gewifsheit entscheiden zu können, müssen erst mehrere Stärkmehlarten aus verschiedenen Saamen der Analyse unterworfen worden seyn.

Digitized by Google

Arabisches Gummi.

Berzelius *) verbrannte 0,4 arabisches Gummi, und erhielt 0,231 Wasser und 0,6196 Kohlensäure. Diefs giebt für das arabische Gummi die Zusammensetzung:

Sauerstoff	=	51,33
Wasserstoff	=	6,42
Kohlenstoff	=	42,25
		100,00

Nach einer andern Analyse dieses Chemikers ist sie

Sauerstoff	=	51,55
Wasserstoff	=	6,38
Kohlenstoff	=	42,07
		100,00 **)

Diese Verhältnisse nähern sich den gleichgeltenden Complexionen 459, 646, 762 und noch mehr 448, 636, 830, in welchen ist

*) a. a. O. 270.

**) *Thenard* und *Gay-Lussac* (a. a. O. 290.) stimmen ziemlich nahe mit dieser Zusammensetzung überein. *Von Saussure* (a. a. O. 144.) weicht aber etwas ab, und giebt noch ausserdem 0,44 Proc. Stickstoff an. Für diesen Stickstoffgehalt sprechen ausserdem die Versuche *Cruikshank's* (*Rollo* on Diabetes p. 452.), der aus der durch trockne Destillation des arabischen Gummi und des Gummi-Tragant erhaltenen brenzlichen Schleimsäure, mittelst Kalk Ammoniak entwickelte. Auch *Berzelius* fand bei seiner Analyse Spuren von Salpetersäure, deren Entstehung er einer geringen Menge Pflanzenweifsstoff im Gummi zuschreibt. *Vauquelin* (*Gilb.* n. Ann. B. XII. S. 140.) schliefst aus seinen Versuchen, dafs der Schleim aus Leinsaamen und wahrscheinlich aller Pflanzenschleim gröfstentheils aus Gummi besteht, und dafs

Digitized by Google

Sauerstoff	=	50,45
Wasserstoff	=	6,31
Kohlenstoff	=	43,24
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s	die Werthe	7, 14, 21, 28
w	- -	7, 14, 21, 28
k	- -	8, 16, 24, 32

zu setzen, und es ergeben sich dann folgende 29 gleichgeltende Complexionen:

4d + 4b + 3a	3e + d + 3c + b	5e + 7d + 5c + 7b + 4a
5d + 2c + b + 2a	3e + 4d + c + 8b + 4a	5e + 8d + 7c + 4b + 3a
e + 3d + c + 3b + 2a	3e + 5d + 3c + 5b + 3a	6e + d + 4c + 5b + a
e + 4d + 3c + a	3e + 6d + 5c + 2b + 2a	6e + 7d + 8c + 3b + 2a
e + 7d + c + 7b + 5a	4e + 3d + 2c + 7b + 3a	7e + 5c + 4b
e + 8d + 3c + 4b + 4a	4e + 5d + 6c + b + a	7e + 4d + 5c + 8b + 3a
2e + d + 5b + 2a	4e + 8d + 4c + 8b + 5a	5e + 5d + 7c + 5b + 2a
2e + 2d + 2c + 2b + a	5e + 2d + 3c + 6b + 2a	8e + 3d + 6c + 7b + 2a
2e + 7d + 4c + 3b + 3a	5e + 3d + 5c + 3b + a	8e + 4d + 8c + 4b + a
3e + c + 4b + a	5e + 4d + 7c	

Das Gummi ist eine Substanz, welche sich am meisten dem Zucker nähert. Die verschiedenen Complexionen, deren Verhältnisse der Elemente dem Gummi sich nähern, entsprechen ohne Zweifel den verschiedenen Gummi- und Pflanzenschleimarten.

Holzfaser vom Eichenholz.

Nach *Gay-Lussac's* und *Thenard's* Analyse*) besteht das Eichenholz aus:

*) a. a. O. 295.

Digitized by Google

Sauerstoff	=	41,78
Wasserstoff	=	5,69
Kohlenstoff	=	52,53
		100,00

Diese Verhälnisse kommen am nächsten den beiden gleichgeltenden Complexionen 186 und 302, nach welchen ist

Sauerstoff	=	42,11
Wasserstoff	=	5,26
Kohlenstoff	=	52,63
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s	die Werthe	3, 6, 9, 12, 15, 18
w	- -	3, 6, 9, 12, 15, 18
k	- -	5, 10, 15, 20, 25, 30

zu setzen, und man erhält dann folgende 8 gleichgeltende Complexionen:

3d + c + b	e + d + 3b	e + 7d + 2c + 5b
5e + 5b + a	e + 4d + c + 4b	2e + 5d + c + 7b
8d + c + 6b + a	e + 6d + 8b + a	

Holzfaser vom Buchenholz.

Nach der Analyse von *Gay-Lussac* und *Thenard*)* besteht das Büchenholz aus:

Sauerstoff	=	42,73
Wasserstoff	=	5,82
Kohlenstoff	=	51,45
		100,00

Diese Verhältnisse kommen am nächsten der Complexion 446, nach welcher ist

Sauer-

Digitized by Google

Sauerstoff	=	43,01
Wasserstoff	=	5,38
Kohlenstoff	=	51,61
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s	die Werthe	5, 10, 15, 20
w	- -	5, 10, 15, 20
k	- -	8, 16, 24, 32

zu setzen, und man erhält dann folgende 7 gleichgeltende Complexionen:

4d + 4b + a	e + 7d + c + 7b + a	2e + d + 5b
5d + 2c + b	e + 8d + 3c + 4b	3e + 4d + c + 8b
e + 3d + c + 3b		

So wie die Holzfaser aus Eichenholz und Buchenholz sich etwas verschieden in ihrer Grundmischung zeigt, so ist auch zu vermuthen, dafs die aus anderen Holzarten in den Verhältnissen der Elemente variire. Wir finden, dafs in den beiden obigen Pflanzenkörpern die Verhältnifstheile des Sauer- und Wasserstoffs einander gleich sind, der Kohlenstoff aber mehr als in den bisher betrachteten Substanzen, hervortritt.

Ich gehe nun über zu den vegetabilischen Säuren, und fange die Untersuchung mit der Citronensäure an, welche mit dem Zucker in besonderer Beziehung zu stehen scheint.

Citronensäure.

Berzelius *) erhielt, als er 1 Th. citronensaures Bleioxyd, das 0,35014 Säure enthielt, verbrannte, 0,1145 Wasser und 0,533 Kohlensäure. Hieraus ergiebt sich, dafs die Citronensäure besteht aus:

Sauerstoff	=	54,89
Wasserstoff	=	3,63
Kohlenstoff	=	41,48
		100,00

Gay-Lussac und *Thenard**) weichen beträchtlich hievon ab. Es ist schwer die Ursache dieser Abweichung anzugeben; es sind aber Gründe vorhanden anzunehmen, daſs *Berzelius's* Analyse der Wahrheit am nächsten kommt.

Diese Verhältnisse kommen den gleichgeltenden Complexionen 63, 66, 139, 211, 250, 330, 410 am nächsten, in welchen ist

Sauerstoff	=	55,17
Wasserstoff	=	3,45
Kohlenstoff	=	41,38
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältniſstheile aufzufinden, hat man für

s die Werthe	2,	4,	6,	8,	10,	12,	14,	16,	18,	20,	22,	24,	26,	28,	30,	32
w - -	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13,	14,	15,	16
k - -	2,	4,	6,	8,	10,	12,	14,	16,	18,	20,	22,	24,	26,	28,	30,	32

zu setzen, und es ergeben sich dann folgende 54 gleichgeltende Complexionen:

d+3b+a	7d+6c+3b+a	e+3d+2c+8b+2a
d+c	8d+7c+3b+a	e+3d+3c+5b+a
2d+c+3b+a	e+5b+a	e+3d+4c+2b
3d+c+6b+2a	e+c+2b	e+4d+3c+8b+2a
3d+2c+3b+a	e+d+8b+2a	e+4d+4c+5b+a
4d+3c+3b+a	e+d+c+5b+a	e+4d+5c+2b
5d+3c+6b+2a	e+d+2c+2b	e+5d+4c+8b+2a
5d+4c+3b+a	e+2d+c+8b+2a	e+5d+5c+5b+a
6d+5c+3b+a	e+2d+2c+5b+a	e+5d+6c+2b
7d+5c+6b+2a	e+2d+3c+2b	e+6d+5c+8b+2a

Digitized by Google

$e+6d+6c+5b+a$	$2e+d+2c+7b+a$	$2e+6d+7c+7b+a$
$e+6d+7c+2b$	$2e+d+3c+4b$	$2e+7d+8c+7b+a$
$e+7d+6c+8b+2a$	$2e+2d+3c+7b+a$	$3e+d+4c+6b$
$e+7d+7c+5b+a$	$2e+3d+4c+7b+a$	$3e+2d+5c+6b$
$e+7d+8c+2b$	$2e+3d+5c+4b$	$3e+4d+7c+6b$
$e+8d+7c+8b+2a$	$2e+4d+5c+7b+a$	$3e+5d+8c+6b$
$e+8d+8c+5b+a$	$2e+5d+6c+7b+a$	$4e+d+5c+8b$
$2e+c+7b+a$	$2e+5d+7c+4b$	$4e+3d+7c+8b$

Es ist sehr merkwürdig, dafs nächst dem Grundverhältnisse des Zuckers, die Citronensäure die gröfste Anzahl gleichgeltender Complexionen enthält. Es ist aber auch bekannt, dafs man diese Säure nicht blofs im Citronensafte, sondern auch im Safte mehrerer säuerlichen Früchte findet. Vielleicht ist sie durchgängig das zunächst der Zuckerbildung vorangehende Product des Vegetationsprocesses. Wenigstens findet man die Citronensäure in vorzüglich reichlicher Menge im Safte der unreifen Weintrauben; sie verschwindet aber, so wie mit der Wärme die Reifung der Trauben fortrückt; denn in dem Safte der ganz reifen Trauben sind keine Spuren davon anzutreffen; dagegen tritt an ihre Stelle krystallisirbarer und flüssiger Zucker und ein wenig Gummi, welche durch den Vegetationsprocefs aus jener Säure gebildet wurden *).

Wir finden in den Tafeln eine ziemlich grofse Anzahl Complexionen, welche sich mehr oder weniger der Zusammensetzung der Citronensäure nähern. Man kann daher mit vieler Wahrscheinlichkeit vermuthen, dafs alle diese Complexionen Modificationen der Citronensäure sind, welche die Zwischenglieder zwischen ihr und dem Zucker und andern im Vegetationsprocefs angränzenden nähern Pflanzenbestandtheilen bilden. Es ist indefs zu bezweifeln, dafs es uns je gelingen werde, diese unmerklichen Abstufungen und Uebergänge durch die Analyse darzuthun; denn es kann

Digitized by Google

leicht seyn, dafs sie, so wie sie einmal aus der lebendigen Pflanze ausgeschieden worden, stets nur unter der Form der Citronensäure auftreten, und daher die Modificationen, welche in der organisirten Pflanze Statt finden, ausserhalb derselben verschwinden. Da wir bei den Zuckerarten ein gewisses Grundverhältnifs aufgefunden haben, das die gröfste Anzahl gleichgeltender Complexionen zuläfst; so ist auch zu vermuthen, dafs bei den verschiedenen Arten der Citronensäure ein ähnliches Grundverhältnifs Statt finde. Wenn es erlaubt ist, aus der gröfsten Anzahl gleichgeltender Complexionen für eine gewisse Gruppe einander nahe kommender Verhältnisse der Elemente, auf dieses Grundverhältnifs zu schliesen: so könnte man annehmen, dafs die oben aufgeführten 54 gleichgeltenden Complexionen diesem Grundverhältnisse entsprechen, da es nicht wahrscheinlich ist, dafs irgend ein anderes Verhältnifs, als das, welches diesen Complexionen zum Grunde liegt, eine so grofse Anzahl geben werde. Für 3 Verhältnifstheile, so weit unsere Tafeln gehen, ist diefs wenigstens nicht der Fall, da nur noch ein einziges Mal 7 gleichgeltende Complexionen vorkommen, die ebenfalls 54 gleichgeltende Complexionen geben, in welchen aber die Verhältnisse der Elemente von den obigen ganz abweichen.

W e i n s t e i n s ä u r e.

Berzelius *) verbrannte 1,3333 weinsteinsaures Bleioxyd, die 0,5 Säure enthalten und erhielt 0,1615 Wasser und 0,6575 Kohlensäure. Diefs giebt für die Zusammensetzung der Weinsteinsäure

Sauerstoff	=	60,52
Wasserstoff	=	3,59
Kohlenstoff	=	35,89
		100,00

Hiermit stimmt sehr nahe die von *Berzelius* berichtigte Analyse *Gay-Lussac's* und *Thenard's* (Rech. S. 305. und *Thoms.* Ann. Vol. V. P. 96.)

Digitized by Google

überein. *Döbereiner (Schweigg.* Journ. B. XVII. S. 374.) weicht aber etwas ab.

Diese Verhältnisse nähern sich den gleichgeltenden Complexionen 64, 142, 213, 251, 412, in welchen ist

Sauerstoff	=	59,70
Wasserstoff	=	4,48
Kohlenstoff	=	35,82
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, haben wir für

s	die Werthe	5, 10, 15, 20, 25, 30
w	- -	3, 6, 9, 12, 15, 18
k	- -	4, 8, 12, 16, 20, 24

zu setzen, und es ergeben sich dann folgende 41 gleichgeltende Complexionen:

d+3b+2a	e+5d+5c+5b+5a	3e+5c
2d+2c+a	e+6d+5c+8b+7a	3e+d+5c+3b+2a
3d+2c+3b+3a	e+6d+7c+2b+4a	3e+2d+5c+6b+4a
4d+2c+6b+5a	e+7d+7c+5b+6a	3e+2d+7c+a
5d+4c+3b+4a	e+8d+7c+8b+8a	3e+3d+7c+3b+3a
7d+6c+3b+5a	2e+d+2c+7b+4a	3e+4d+7c+6b+5a
8d+6c+6b+7a	2e+d+4c+b+a	4e+6c+2b+a
e+c+2b+a	2e+2d+4c+4b+3a	4e+d+6c+5b+3a
e+d+c+5b+3a	2e+3d+4c+7b+5a	4e+2d+6c+8b+5a
e+2d+c+8b+5a	2e+3d+6c+b+2a	4e+3d+8c+5b+4a
e+2d+3c+2b+2a	2e+5d+6c+7b+6a	5e+7c+4b+2a
e+3d+3c+5b+4a	2e+5d+8c+b+3a	5e+d+7c+7b+4a
e+4d+3c+8b+6a	2e+6d+8c+4b+5a	6e+8c+6b+3a

Digitized by Google

Ueberdiefs findet man in den Tafeln noch eine ziemlich grofse Anzahl Complexionen, welche sich mehr oder weniger der Zusammensetzung der Weinsteinsäure nähern. Die beiden gleichgeltenden 222 und 535 kommen den obigen Verhältnissen der Elemente noch viel näher als die, welche ich für diese Säure gesetzt habe; da aber die Weinsteinsäure sehr verbreitet in der Natur ist, indem sie ausser im Weinstein in mehrern Obst- und Beerenarten und verschiedenen andern Pflanzen vorkommt: so habe ich die gröfste Anzahl gleichgeltender Complexionen nach den oben angegebenen Gründen, als das Grundverhältnifs derselben angenommen. Die angränzenden Complexionen entsprechen wahrscheinlich den unmerklichen Abstufungen und Uebergängen der Weinsteinsäure in andere nähere Pflanzenbestandtheile.

Schleimsäure.

Berzelius *) verbrannte 1 Th. schleimsaures Bleioxyd, welches 0,4833 Säure enthält, und erhielt 0,21 Wasser und 0,894 Kohlensäure. Diefs giebt für die Zusammensetzung der Schleimsäure:

Sauerstoff	=	61,65
Wasserstoff	=	4,83
Kohlenstoff	=	33,52
		100,00

Die französischen Chemiker **) weichen nicht sehr viel von dieser Analyse ab.

Die Zusammensetzung dieser Säure kommt der Weinsteinsäure so nahe ***), dafs es schwer ist, mit Gewifsheit zu bestimmen, welche

*) a. a. O. S. 180.

**) a. a. O. S. 298.

***) Da jedoch das Verhalten beider Säuren zu den Basen sehr verschieden sich zeigt,

Complexionen dieser und welche jener zukommen. In den Tafeln findet man eine sehr große Anzahl Complexionen, von denen die Verhältnisse der Elemente sich mehr oder weniger der Zusammensetzung der Schleimsäure nähern. Unter allen kommt die Complexion 413 am nächsten; doch weichen auch die gleichgeltenden Complexionen 141, 215, 332, 527 nicht sehr beträchtlich ab. In jener sind die Verhältnisse der Elemente:

Sauerstoff	=	61,54
Wasserstoff	=	4,89
Kohlenstoff	=	33,57
		100,00

in diesen

Sauerstoff	=	60,95
Wasserstoff	=	4,76
Kohlenstoff	=	34,29
		100,00

Um die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man im ersten Falle für

s	die Werthe	11, 22
w	- -	7, 14
k	- -	8, 16

und im zweiten Fall für

s	die Werthe	8,	16,	24,	32
w	- -	5,	10,	15,	20
k	- -	6,	12,	18,	24

zu setzen, und man erhält erstens folgende 18 gleichgeltende Complexionen:

2d+6b+5a	7d+6c+3b+7a	e+4d+3c+8b+8a
3d+2c+3b+4a	e+d+c+5b+4a	e+5d+5c+5b+7a
4d+4c+3a	e+2d+3c+2b+3a	e+6d+7c+2b+6a

Digitized by Google

2e+2c+4b+3a	2e+5d+8c+ b +5a	3e+3d+7c+3b+5a
2e+d +4c+ b+ 2a	3e+5c+a	4e+ d +6c+5b+5a
2e+3d+4c+7b+7a	3e+2d+5c+6b+6a	5e+7c+4b+4a

und zweitens folgende 25 gleichgeltende Complexionen:

2d+ c +3b+3a	e+4d+5c+2b+4a	3e+3c+6b+4a
3d+3c+2a	e+5d+4c+8b+8a	3e+ d+5c+3b+3a
5d+4c+3b+5a	e+6d+6c+5b+7a	3e+2d+7c+2a
7d+5c+6b+8a	e+7d+8c+2b+6a	3e+4d+8c+3b+5a
8d+7c+3b+7a	2e+3c+ b+a	4e+ d +5c+8b+6a
e+5b+3a	2e+ d +2c+7b+5a	4e+2d+7c+5b+5a
e+ d +2c+2b+2a	2e+3d+6c+ b +3a	5e+6c+7b+5a
e+2d+ c +8b+6a	2e+4d+5c+7b+7a	5e+ d +8c+4b+4a
e+3d+3c+5b+5a	2e+5d+7c+4b+6a	

Es ist noch nicht ausgemacht, ob Schleimsäure als solche in organischen Substanzen schon enthalten, oder ob sie bloſs mittelst Salpetersäure aus dem Milchzucker, dem Gummi u. s. w. erzeugt wird.

Essigsäure.

Berzelius *) verbrannte 1,06 essigsaures Bleioxyd, welche 0,333 Säure enthalten, und erhielt 0,18 Wasser und 0,574 Kohlensäure. Dieſs giebt für die Essigsäure die Zusammensetzung

Sauerstoff	=	46,98
Wasserstoff	=	6,01
Kohlenstoff	=	47,01
		100,00

Thenard's und *Gay-Lussac's* Analyse **) weicht etwas hievon ab.

Diese Verhältnisse kommen den gleichgeltenden Complexionen 120, 310, 447 am nächsten, in welchen ist

Sauer-

*) a. a. O. S. 176.

**) a. a. O. S. 311.

Digitized by Google

Sauerstoff	=	47,06
Wasserstoff	=	5,88
Kohlenstoff	=	47,06
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s	die Werthe	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24
w	- -	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24
k	- -	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32

zu setzen, und es ergeben sich dann überhaupt folgende 36 gleichgeltende Complexionen:

2d+2b+a	2e+3d+7b+2a	4e+8b+a
5d+2c+ b +a	2e+4d+2c+4b+a	4e+ d +2c+5b
7d+2c+3b+2a	2e+5d+4c+b	4e+3d+2c+7b+a
8d+4c+a	2e+7d+4c+3b+a	4e+6d+4c+6b+a
e+ d + c +b	2e+8d+2c+8b+3a	4e+7d+6c+3b
e+3d+ c+3b+a	3e+ c +4b	5e+2d+3c+6b
e+4d+3c	3e+2d+ c +6b+a	5e+4d+3c+8b+a
e+5d+ c+5b+2a	3e+4d+ c +8b+2a	5e+7d+5c+7b+a
e+6d+3c+2b+a	3e+5d+3c+5b+a	5e+8d+7c+4b
e+7d+ c +7b+3a	3e+6d+5c+2b	6e+3d+4c+7b
e+8d+3c+4b+2a	3e+7d+3c+7b+2a	6e+8d+6c+8b+a
2e+ d +5b+a	3e+8d+5c+4b+a	7e+4d+5c+8b

Die Essigsäure kommt wohl nie schon gebildet in dem Pflanzenreiche vor; sondern sie ist als ein Product anfangender Entmischung der Pflanzenkörper, sey es durch Gährung oder durch die Wirkung des Feuers, oder der stärkeren mineralischen Säuren, zu betrachten. Da sie auf diese Weise aus einer grofsen Anzahl vegetabilischer Substanzen erzeugt werden kann, so ist es nicht zu verwundern, dafs ihr auch eine verhältnifs-

Digitized by Google

im Vegetationsprocefs unmerkliche Abstufungen annehmen müssen, ebenso finden wohl auch allmählige Uebergänge Statt, wenn aus einem vegetabilischen Körper durch irgend ein Agens Essigsäure sich erzeugt, und sehr wahrscheinlich ist es daher, dafs diejenigen Complexionen, deren Verhältnisse der Elemente den obigen sich mehr oder weniger nähern, diesen Uebergängen entsprechen.

Bernsteinsäure.

Berzelius *) verbrannte 1,294 bernsteinsaures Bleioxyd, welche 0,4 Säure enthalten, und erhielt 0,1536 Wasser und 0,7 Kohlensäure. Hieraus ergiebt sich die Zusammensetzung der Bernsteinsäure

Sauerstoff	=	48,00
Wasserstoff	=	4,27
Kohlenstoff	=	47,73
		100,00

Diese Verhältnisse nähern sich den Complexionen 458 und 462; am nächsten aber kommen sie den beiden gleichgeltenden 130, 238, in welchen ist:

Sauerstoff	=	48,00
Wasserstoff	=	4,00
Kohlenstoff	=	48,00
		100,00

Um nun die gleichgeltenden Complexionen für 8 Verhältnifstheile aufzufinden, hat man für

s	die Werthe	3,	6,	9,	12,	15,	18,	21,	24
w	- -	2,	4,	6,	8,	10,	12,	14,	16
k	- -	4,	8,	12,	16,	20,	24,	28,	32

zu setzen, und es ergeben sich dann überhaupt folgende 11 gleichgeltende Complexionen:

Digitized by Google

2d + c + b	e + 3b	e + 6d + 3c + 6b
3d + 5b + a	e + 2d + c + 4b	e + 8d + 4c + 7b
5d + c + 6b + a	e + 3d + 8b + a	2e + 2d + c + 7b
7d + 2c + 7b + a	e + 4d + 2c + 5b	

Es ist zu verwundern, daſs die Bernsteinsäure eine verhältniſsmäſsig so groſse Anzahl gleichgeltender Complexionen zuläſst, da sie doch bis jetzt ausser im Bernstein noch in keinen andern Pflanzenkörper gefunden worden. Es läſst sich aber überhaupt hierüber nichts bestimmtes sagen, denn wir wissen von dem Ursprung und der Bildung des Bernsteins wenig oder gar nichts. Da die Bernsteinsäure in ihrer Zusammensetzung am meisten der Essigsäure sich nähert: so könnte man annehmen, daſs sie eine Modification derselben sey, wofür auch ihre beiderseitige Bildung spricht, indem die Essigsäure ebenfalls durch trockne Destillation vegetabilischer Substanzen entsteht. Nach *Gehlen's* Versuchen ist indeſs, wenn auch nicht zu läugnen ist, daſs der gröſste Theil der Bernsteinsäure durch die trockne Destillation erst gebildet wird, doch schon ein Theil derselben im Bernstein enthalten.

G a l l u s s ä u r e.

Berzelius *) verbrannte 1 Th. gallussaures Bleioxyd, welche 0,365 Säure enthalten, und erhielt 0,1568 Wasser und 0,77 Kohlensäure. Dieſs giebt für die Zusammensetzung der Gallussäure

Sauerstoff	=	37,69
Wasserstoff	=	4,77
Kohlenstoff	=	57,54
		100,00

Nach einer andern Analyse dieses Chemikers besteht diese Säure aus:

Sauerstoff	=	38,48
Wasserstoff	=	4,72
Kohlenstoff	=	56,80
		100,00

Digitized by Google

Diese Verhältnisse kommen der Complexion 54 am nächsten, und ausserdem kommt keine in den Tafeln vor, welche sich nur einigermaafsen diesen Verhältnissen näherte. In dieser ist:

Sauerstoff	=	38,10
Wasserstoff	=	4,76
Kohlenstoff	=	57,14
		100,00

Aus der Complexion 54 ergeben sich für

s	der niedrigste Werth	1
w	- - - -	1
k	- - -	2

Da nun hier $1 + 1 - 2 = 0$ ist, so lassen diese Verhältnifszahlen, man mag sie auch noch so oft vervielfältigen, nach S. 111. §. 9. nur *eine mögliche* Complexion, nämlich $d + b$ zu. Es ist aber gar nicht wahrscheinlich, dafs die Gallussäure, die bekanntlich in allen Vegetabilien vorkommt, welche das sogenannte adstringirende Princip enthalten, nur einer *einzigen* Complexion entsprechen sollte. Diefs führt uns daher auf die Vermuthung, dafs *Berzelius's* Analyse der Gallussäure nicht genau seyn kann, oder vielmehr, dafs dieser Chemiker keine reine Säure zur Analyse anwandte. Er selbst bemerkt auch *), dafs es schwierig ist, reine Gallussäure oder ein gallussaures Salz zu erhalten, das nicht durch den Einflufs der Base, womit es verbunden, etwas verändert wäre. Gallussäure in Krystallen enthielt immer etwas Gerbestoff. Es ist ferner bekannt, dafs *Wuttig* die Gallussäure für identisch mit dem Gerbestoff erklärte, und wenn auch seine dafür angeführten Gründe nicht beweisen, was sie beweisen sollen, so ist doch so viel ausgemacht, dafs, sofern auch beide Stoffe von einander verschieden sind, es wenigstens sehr schwierig, wo nicht unmöglich ist, sie rein von einander zu scheiden **). Für diese Bemerkungen spricht auch der Gerbestoff.

*) a. a. O. S. 176 und 177.

Digitized by Google

Gerbestoff.

Berzelius erhielt aus 0,4 Gerbestoff durch Verbrennung 0,1425 Wasser, und 0,7625 Kohlensäure. Dieſs giebt für die Zusammensetzung des Gerbestoffs:

Sauerstoff	=	44,05
Wasserstoff	=	3,96
Kohlenstoff	=	51,99
		100,00

In den Tafeln findet man keine Complexion, welche diesen Verhältnissen nahe genug käme, um sie für dieselben setzen zu können. Sucht man daher nach der oben (S. 169.) gegebenen Anleitung, durch eine approximative Rechnung, die Verhältniſstheile der Elemente, so erhält man für

s	die Werthe	7,14
w	- -	5,10
k	- -	11,22

und es ergeben sich dann nach S. 118. §. 35. für 8 Verhältniſstheile folgende 2 gleichgeltende Complexionen:

$$5d + c + 5b$$
$$e + 3d + 7b$$

in welchen die Verhältniſstheile der Elemente sind:

Sauerstoff	=	44,09
Wasserstoff	=	3,94
Kohlenstoff	=	51,97
		100,00

Es gilt hier dieselbe Bemerkung wie vorhin bei der Gallussäure. Diese Säure und der Gerbestoff sind bis jetzt fast immer in Verbindung in dem sogenannten adstringirenden Princip angetroffen worden; es ist daher zu vermuthen, daſs beiden, sofern sie wirklich verschiedene Substanzen sind, eine gleiche oder doch nahe gleiche Anzahl gleichgelten-

Digitized by Google

den Gerbestoff nur *zwei* nach *Berzelius's* Analysen, aufgefunden worden; beide aber so sehr verbreitete Substanzen sind, so möchte der Gerbestoff wohl eben so wenig wie die Gallussäure im reinen Zustande zur Analyse angewandt worden seyn. Weitere Versuche müssen hierüber entscheiden.

Sauerkleesäure.

Berzelius verbrannte 4 Th. sauerkleesaures Bleioxyd, welche 0,9816 Säure enthalten, und erhielt 0,019 — 0,02 Wasser und 1,138 — 1,14 Kohlensäure. Diefs giebt für die Zusammensetzung der Sauerkleesäure, wenn man das arithmetische Mittel nimmt, und zu dem Kohlenstoff noch diejenige Quantität addirt, die das Natron zurückgehalten, was freilich blofs nach einer Schätzung von *Berzelius* geschehen konnte,

Sauerstoff	=	66,493
Wasserstoff	=	0,221
Kohlenstoff	=	33,286
		100,000

Sucht man nun näherungsweise die Verhältnifstheile für diese Elemente, so erhält man für

s	den Werth	36
w	- -	1
k	- -	24

und hieraus findet man nach S. 119. §. 39. die beiden Complexionen:

$$11c + 13b + a$$
$$d + 13c + 10b$$

welche für die Zusammensetzung der Sauerkleesäure geben:

Sauerstoff	=	66,513
Wasserstoff	=	0,231

Digitized by Google

Berichtigt man aber das Resultat der Analyse von *Gay-Lussac* und *Thenard* nach *Berzelius* (weil nämlich die französischen Chemiker auf das Krystallisationswasser des sauerkleesauren Kalks, den sie zu ihrer Analyse anwandten, keine Rücksicht genommen): so erhält man für die Zusammensetzung der Sauerkleesäure

Sauerstoff	=	66,14
Wasserstoff	=	0,65
Kohlenstoff	=	33,21
		100,00

Sucht man für diese Elemente näherungsweise die Verhältnifstheile, so erhält man für

s	den Werth	12
w	- -	1
k	- -	8

und hieraus findet man nach S. 119. §. 39. die beiden Complexionen,

$$3c + 5b + a$$
$$d + 5c + 2b$$

welche für die Zusammensetzung der Sauerkleesäure geben

Sauerstoff	=	66,21
Wasserstoff	=	0,69
Kohlenstoff	=	33,10
		100,00 *)

Je nachdem also *Berzelius's* oder *Thenard's* und *Gay-Lussac's* Analyse der Sauerkleesäure der Wahrheit am nächsten kommt, ist das Maximum der Verhältnifstheile für die beiden Complexionen dieser Säure im ersten Falle = 13 und im andern = 5. Es ist hieraus abzunehmen,

*) *Döbereiner* (*Schweigg.* Journ. B. XXIII. S. 70.) sucht durch Versuche darzuthun, dafs die Sauerkleesäure keine Spur Wasserstoff enthalte, sondern blofs aus gleichen Verhältnifstheilen Kohlensäure und Kohlenoxyd bestehe. Seine Versuche

Digitized by Google

welche Sorgfalt und Genauigkeit auf die Analyse der Sauerkleesäure verwandt werden müsse, wenn aus ihren Resultaten die wahren Complexionen abgeleitet werden sollen: die Analyse von *Berzelius* weicht noch nicht um ein halbes Procent von der der französischen Chemiker ab, und doch ist der Unterschied der Verhältnifstheile in den binären Verbindungen schon 8. Dafs aber gerade sehr viel darauf ankommt, die Zusammensetzung der Sauerkleesäure so genau als nur immer möglich zu kennen, scheint sich aus folgenden Betrachtungen zu ergeben.

Man kann nicht vermuthen, dafs es ausser dieser Säure irgend eine Pflanzensubstanz geben könne, in welcher der Sauerstoff so überwiegend gegen den Wasserstoff auftritt. Denn bekanntlich lassen sich die meisten organischen Substanzen, wie namentlich alle zuckerigen, harzigen und gummösen, ferner die Extracte, Oele und das Fett, so wie sehr viele thierische Körper, und endlich die meisten, vielleicht alle Pflanzensäuren durch fortgesetzte Oxydation mittelst Salpetersäure *zuletzt* in Sauerkleesäure verwandeln; die Sauerkleesäure mufs daher als das letzte Product der Oxydation, d. i. als derjenige Körper betrachtet werden, in welchem der Sauerstoff das Maximum erreicht hat. Wenn wir aber nie eine andere Pflanzensubstanz auffinden, in welcher der Sauerstoff mehr vorwaltet, es uns auch nie gelingt, irgend einen Pflanzenkörper höher als bis zur Sauerkleesäure zu oxydiren: so sind wir im Stande, aus dieser Säure das Maximum der Verhältnifstheile für die binären Verbindungen des Sauerstoffs abzuleiten.

Wenn es uns ferner gelingen sollte, ausser der Sauerkleesäure noch fünf andere Pflanzensubstanzen aufzufinden, worin in jeder derselben *ein* Element gegen *eines* der beiden übrigen *am überwiegendsten* hervortritt: so würden wir dadurch die Maxima der Verhältnifstheile für die beiden übrigen Elemente kennen lernen, und auf diese Weise würden uns die Maxima der Verhältnifstheile für die ganze Pflanzenwelt gegeben werden.

stickstoffhaltigen Pflanzenkörpern abstrahiren) bilden; denn es ist klar, daſs unter jenen Voraussetzungen, *keine einzige* Pflanzensubstanz ausser jenen Gränzen fallen könnte, und unsere Tafeln bis zu jenen Maximis erweitert, müſsten dann nothwendiger Weise *alle möglichen* Pflanzenkörper von rein vegetabilischer Mischung enthalten.

Da wir nur allein auf empirischem Wege jene Pflanzensubstanzen, welche die Gränzen der Pflanzenwelt bilden, auffinden können, und das Feld der Erfahrung unbegränzt ist: so möchte man fast zweifeln, daſs uns je das wahre Maximum der Verhältniſstheile bekannt werden würde. Es fragt sich aber überhaupt, ob dieses Maximum für alle binären Verbindungen dasselbe ist; denn in diesem Falle würde die möglichst genaueste Analyse der Sauerkleesäure *allein* dieses Maximum geben. A priori läſst sich hierüber nichts entscheiden; es bleibt uns daher nichts anders übrig, als auch die andern fünf Pflanzensubstanzen aufzusuchen und mit gleich groſser Sorgfalt wie die Sauerkleesäure zu analysiren.

Welche Pflanzensubstanzen mögen aber wohl die wahrscheinlichen Gränzen für die Pflanzenkörper von rein vegetabilischer Mischung bilden? — Durch Vergleichung der Resultate aller bisherigen Analysen, ergiebt sich, daſs in der Sauerkleesäure nicht nur der Sauerstoff gegen den Wasserstoff, sondern auch gegen den Kohlenstoff und der Kohlenstoff gegen den Wasserstoff am meisten überwiegend auftritt; ferner, daſs das Wachs, Fischöl, Spermaceti, Fett und hauptsächlich die Cholesterine oder fette Substanz der Gallensteine diejenigen Pflanzenkörper *) sind, in welchen der Wasserstoff gegen den Kohlenstoff, und endlich, daſs in dem Wachs, Fischöl, Spermaceti der Wasserstoff gegen den Kohlenstoff am meisten überwiegend hervortritt. So viel ersieht man überhaupt, daſs die fetten, harzigen und öligen Körper nach der Reihe

*) Diese Körper sind zwar thierischen Ursprungs, gehören aber zu den Pflanzenkör-

so genau als nur immer möglich zerlegt werden müssen, wenn wir das erwünschte Ziel erreichen wollen.

Ehe ich die ebengenannten Substanzen betrachte, die ich aus Gründen, welche sich weiter unten ergeben werden, von den obigen völlig absondere, seyen mir einige allgemeine Bemerkungen erlaubt. Die Möglichkeit haben wir eingesehen, daſs ein und derselbe Pflanzenkörper auf verschiedene Weise gebildet seyn könne, und doch stets die Verhältnisse der Elemente dieselben bleiben. Dieſs haben schon mehrere Chemiker angedeutet (S. oben S. 35.) und durch eine verschiedene Anordnung der Grundtheile zu erklären gesucht. Die gleichgeltenden Complexionen führen die Sache auf einen klaren und bestimmten Begriff zurück. Wie ferner der Vegetationsproceſs durch äussere Umstände modificirt, und die Verwandlung einer Pflanzensubstanz in die andere sich denken lasse, ergiebt sich aus einer bloſsen Vergleichung der gleichgeltenden Complexionen für zwei solcher Pflanzensubstanzen. Vielleicht beruhen die Verschiedenheiten *eines* und *desselben*, aber unter verschiedenen Umständen erzeugten Pflanzenkörpers, in Ansehung des Geschmacks, Geruchs, der Farbe u. s. w. bloſs auf den verschiedenen Zusammensetzungen der binären Verbindungen, welche unsere gleichgeltende Complexionen geben, und die von der Natur nicht immer auf gleiche Weise und in gleichem Grade dargeboten werden.

Wir muſsten uns bisher bloſs auf die nähern Bestandtheile der Pflanzenkörper beschränken, da noch von keiner einzigen Pflanze selbst die Verhältnisse der Elemente bekannt sind. Daſs aber eine Pflanze ebenfalls aus binären Verbindungen sich bilden lassen müsse, sofern bei allen nähern Bestandtheilen dieſs der Fall ist, ist für sich klar (Vergl. S. 45.); nur möchte es aus den oben (S. 28.) angeführten Gründen sehr schwer, wenn nicht unmöglich seyn, die Summe dieser binären Verbindungen aus den nähern Bestandtheilen abzuleiten. Es bleibt uns daher,

Digitized by Google

Perioden ihres Wachsthums und hauptsächlich in ihrer Reife zu analysiren, welches aber freilich, damit sie keine merkliche Entmischung erleiden können, geschehen müste, ehe noch ihr organisches Leben völlig verschwunden ist.

Terpenthinharz.

Da sich in unsern Tafeln keine Complexionen vorfinden, welche sich den Verhältnissen der Elemente des Terpenthinharzes, und der folgenden Substanzen nähern: so hat man die Verhältnifstheile der Elemente nach S. 169. approximativ zu suchen; vorher aber zu prüfen, ob die obigen (S. 168.) Bedingungsungleichungen Statt finden.

Nach der Analyse von *Gay-Lussac* und *Thenard* *) besteht das Terpenthinharz aus:

Sauerstoff	=	13,337
Wasserstoff	=	10,719
Kohlenstoff	=	75,944
		100,000

Da hier die erste jener Bedingungsungleichungen (S. 168.) nicht Statt findet, weil

$$\frac{13,337}{8} + 10,719 < \frac{75,944}{6}$$

so lassen sich die obigen Verhältnisse der Elemente nicht aus den fünf binären Verbindungen hervorbringen. Die Bedingungsungleichungen treffen aber zu, wenn man annimmt, die Zusammensetzung des Terpenthinharzes sey:

Sauerstoff	=	14,30
Wasserstoff	=	10,70
Kohlenstoff	=	75,00
		100,00

*) a. a. O. S. 313.

Digitized by Google

und dann erhält man approximativ für

s	den Werth	1
w	- -	6
k	- -	7

welches nach S. 111. §. 9. die *einzige mögliche* Complexion giebt:

$$6d + b$$

Kopal.

Nach der Analyse von *Thenard* und *Gay-Lussac* *) besteht der Kopal aus:

Sauerstoff	=	10,606
Wasserstoff	=	12,583
Kohlenstoff	=	76,811
		100,000

Da hier alle 3 Bedingungsungleichungen Statt finden, so lassen sich diese Verhältnisse durch die fünf binären Verbindungen darstellen **). Sucht man approximativ die Verhältnifszahlen dieser Elemente, so findet sich für

s	der Werth	1
w	- -	10
k	- -	10

und hieraus ergiebt sich nach S. 118. §. 36. und §. 37. die *einzige* Complexion

$$e + 8d + b$$

in welcher die Verhältnisse der Elemente sind:

Sauerstoff	=	10,26
Wasserstoff	=	12,82
Kohlenstoff	=	76,92
		100,00

*) a. a. O. S. 313.

Digitized by Google

Wachs.

Nach der Analyse von *Gay-Lussac* und *Thenard**) besteht das Wachs aus:

Sauerstoff	=	5,544
Wasserstoff	=	12,672
Kohlenstoff	=	81,784
		100,000

Da hier die erste jener Bedingungsungleichungen (S. 168.) nicht Statt findet, weil

$$\frac{5{,}544}{8} + 12{,}672 < \frac{81{,}784}{6}$$

so lassen sich die obigen Verhältnisse nicht aus den fünf binären Verbindungen hervorbringen. Setzen wir hingegen, die Zusammensetzung des Wachses sey:

Sauerstoff	=	6,3
Wasserstoff	=	13,39
Kohlenstoff	=	80,31
		100,00

so treffen die Bedingungsungleichungen zu und man erhält approximativ für

s	den Werth	1
w	- -	17
k	- -	17

welches nach S. 118. §. 36. und §. 37. die *einzige* Complexion giebt

$$e + 15d + b$$

Baumöl.

Nach der Analyse von *Thenard* und *Gay-Lussac***) besteht das Baumöl aus:

*) a. a. O. S. 318.

Digitized by Google

Sauerstoff	=	9,427
Wasserstoff	=	13,360
Kohlenstoff	=	77,213
		100,000

Sucht man approximativ die Verhältnifszahlen dieser Elemente, so findet sich für

s	der Werth	1
w	- -	11
k	- -	11

und hieraus ergiebt sich nach S. 118. §. 36. und §. 37. die *einzige* Complexion:

$$e + 9d + b$$

in welcher die Verhältnisse der Elemente sind:

Sauerstoff	=	9,41
Wasserstoff	=	12,94
Kohlenstoff	=	77,65
		100,00

F i s c h ö l.

Nach *Berard's* Analyse *) besteht das Fischöl aus:

Sauerstoff	=	6,00
Wasserstoff	=	14,35
Kohlenstoff	=	79,65
		100,00

Sucht man approximativ die Verhältnifszahlen dieser Elemente, so findet sich für

s	der Werth	1
w	- -	19
k	- -	18

*) *Schweigg.* Journ. B. XXII. S. 442. und 458.

Digitized by Google

und hieraus ergeben sich nach S. 118. §. 35. die *beiden* Complexionen

18d + a

2e + 15d + b

in welchen die Verhältnisse der Elemente sind:

Sauerstoff	=	5,93
Wasserstoff	=	14,07
Kohlenstoff	=	80
		100,00

Spermaceti.

Nach *Berard's* *) Analyse besteht das Spermaceti aus:

Sauerstoff	=	6,00
Wasserstoff	=	13,00
Kohlenstoff	=	81,00
		100,00

Näherungsweise erhält man für

s	den Werth	1
w	- -	19
k	- -	19

und hieraus ergiebt sich nach S. 118. §. 36. und §. 37. die *einzige* Complexion

e + 17d + b

in welchen die Verhältnisse der Elemente sind:

Sauerstoff	=	5,67
Wasserstoff	=	13,48
Kohlenstoff	=	80,85
		100,00

Digitized by Google

Cholesterine.

Nach *Berard's* *) Analyse besteht die Cholesterine oder fette Substanz der Gallensteine aus

Sauerstoff	=	6,66
Wasserstoff	=	21,33
Kohlenstoff	=	72,01
		100,00

Näherungsweise erhält man für

s	den Werth	1
w	- -	26
k	- -	14

und hieraus ergeben sich nach S. 119. §. 40. die *beiden* Complexionen:

11e + 3d + a

13e + b

in welchen die Verhältnisse der Elemente sind:

Sauerstoff	=	6,78
Wasserstoff	=	22,03
Kohlenstoff	=	71,19
		100,00

Fett.

Nach *Berard's* **) Analyse besteht das Fett aus:

Sauerstoff	=	9,66
Wasserstoff	=	21,34
Kohlenstoff	=	69,00
		100,00

Näherungsweise erhält man für

s	den Werth	1
w	- -	18
k	- -	10

und

Digitized by Google

und hieraus ergeben sich nach S. 119. §. 40. die *beiden* Complexionen:

7e + 3d + a

9e + b

in welchen die Verhältnisse der Elemente sind:

Sauerstoff	=	9,30
Wasserstoff	=	20,93
Kohlenstoff	=	69,77
		100,00

Butter.

Nach *Berard's* *) Analyse besteht die Butter aus:

Sauerstoff	=	14,02
Wasserstoff	=	19,64
Kohlenstoff	=	66,34
		100,00

Näherungsweise erhält man für

s	den Werth	1
w	- -	11
k	- -	6

und hieraus ergiebt sich nach S. 119. §. 40. die *einzige* Complexion

4e + 2d + a

in welcher die Verhältnisse der Elemente sind:

Sauerstoff	=	14,55
Wasserstoff	=	20,00
Kohlenstoff	=	65,45
		100,00

*) a. a. O.

Digitized by Google

Hammeltalg.

Nach *Berard's* *) Analyse besteht der Hammeltalg aus:

Sauerstoff	=	14,00
Wasserstoff	=	24,00
Kohlenstoff	=	62,00
		100,00

Da hier die letzte der obigen (S. 168.) Bedingungsungleichungen nicht Statt findet, weil

$$\frac{14,00}{8} + \frac{62,00}{3} < 24,00$$

so lassen sich diese Verhältnisse nicht durch die fünf binären Verbindungen darstellen. Setzt man hingegen die Zusammensetzung des Hammeltalgs sey:

Sauerstoff	=	14,29
Wasserstoff	=	21,43
Kohlenstoff	=	64,28
		100,00

so treffen die Bedingungsungleichungen zu, und man erhält für

s	den Werth	1
w	- -	12
k	- -	6

welches nach S. 119. §. 40. die *einzige* Complexion giebt

$$5e + d + a$$

Aus den Complexionen für die 10 letztern Substanzen würde sich ergeben, dafs das Maximum der Verhältnifstheile von d gleich 18, und von e gleich 13, ferner dafs die Cholesterine die Gränze für den Wasserstoff und das Fischöl und das Spermaceti die Gränze für den Kohlenstoff wäre, so fern nicht noch andere Substanzen aufgefunden werden.

Digitized by Google

in welchen der Wasserstoff und Kohlenstoff noch mehr überwiegt. Es wurden durchaus nur die niedrigsten Werthe für s, w und k gesetzt, da schon diese meistens mehr als 8 Verhältnifstheile geben, um so mehr höhere Werthe. Dafs übrigens nur wenige gleichgeltende Complexionen meistens nur *eine* für jede dieser Substanzen aufgefunden worden, ist begreiflich, da durchaus die Verhältnifszahlen von der Art sind, dafs sie sich sehr beträchtlich von der Gleichheit der Verhältnifszahlen entfernen. Wir fanden, dafs bei einigen gedachter Subtanzen, die Bedingungsungleichungen nicht mehr zutrafen; doch konnten mit einer geringen, die möglichen Beobachtungsfehler nicht übersteigenden Abänderung in den Verhältnissen der Elemente noch Complexionen dargestellt werden. Unmöglich wird aber diefs bei der Benzoesäure, wenn die Analyse von *Berzelius* genau ist.

Berzelius *) verbrannte nämlich basisch benzoesaures Bleioxyd, das 0,317 Säure enthält, und erhielt 0,1414 Wasser und 0,8645 Kohlensäure. Diefs giebt für die Zusammensetzung der Benzoesäure

Sauerstoff	=	20,66
Wasserstoff	=	4,96
Kohlenstoff	=	74,38
		100,00

Da nun $\frac{20,66}{8} + 4,96 < \frac{74,38}{6}$, so läfst sich die Benzoesäure durch die fünf binären Verbindungen nicht darstellen. Möglich würde diefs nur dann werden, wenn ihre Zusammensetzung wäre:

Sauerstoff	=	33,61
Wasserstoff	=	5,88
Kohlenstoff	=	60,51
		100,00

Digitized by Google

Die Abweichung dieser Verhältnisse von jenen ist aber so beträchtlich, dafs man sie unmöglich blofsen Beobachtungsfehlern zuschreiben kann. Indefs *Berzelius* erinnert selbst, dafs er bei der Analyse dieser Säure ihrer schwachen Verwandtschaft und grofsen Flüchtigkeit wegen, Schwierigkeiten fand, wie noch bei keinem andern Pflanzenkörper. Stets verdunstete während des Verbrennens ein Theil der Säure, der unzersetzt blieb. Dieses Verdunsten der Säure verminderte er zwar dadurch um vieles, dafs er sie mit Bleioxyd als basisches Salz verbunden zur Analyse anwandte; allein völlig konnte er es doch nicht verhindern.

Soviel ist daher wohl ausgemacht, dafs *Berzelius's* Analyse kein grofses Vertrauen verdienen kann; ob indefs die Abweichung so beträchtlich ist als die Bedingungsungleichungen sie fordern, wage ich nicht zu entscheiden. Ist diefs aber nicht der Fall, so wäre die Benzoesäure die einzige bisher bekannte Pflanzensubstanz, die sich nicht durch die fünf binären Verbindungen hervorbringen läfst.

Allein man mufs sich hier noch die Frage aufwerfen: giebt es denn ausser den mehrgedachten fünf binären Verbindungen nicht noch andere unter den Elementen? — Wenn noch eine oder einige binäre Verbindungen Statt finden, worin der Kohlenstoff noch mehr als in dem Kohlenoxyd und dem ölerzeugenden Gas hervortritt: so läfst sich die Benzoesäure durch binäre Verbindungen nicht nur darstellen, sondern es werden auch wahrscheinlich mehrere gleichgeltende Complexionen für sie, so wie für die übrigen Pflanzenkörper von überwiegenden Kohlenstoff sich ergeben.

Befragen wir nun hierüber die Erfahrung. *Brugnatelli* behauptet, dafs er eine Verbindung des Wasserstoffs mit Kohle durch den negativen Pol der Säule bewerkstelligt habe *) und auch dadurch, dafs er glühende Kohlen in Wasser tauchte, bis sich Wasserstoffgas entwickelte. In diesem Falle soll sich ein Theil des eben entstehenden Wasserstoffs mit der

Digitized by Google

Kohle verbinden, während ein anderer Theil mit dem Kohlenstoff Kohlenwasserstoffgas darstellt*). Ebenso zeigen die Versuche von *Cruickshank***), *Bertholet****) und *Hassenfratz* †), dafs der Wasserstoff einen Bestandtheil der Kohle ausmache, und dafs derselbe so innig damit verbunden sey, dafs der heftigste Grad von Hitze ihn nicht abzuscheiden vermag. Endlich bestätigen auch diese Meinung die sorgfältigen Versuche von *Davy* ††), der den Diamant als reine Kohle betrachtet, die sich von der gewöhnlichen Kohle nur dadurch unterscheidet, dafs letztere etwas Wasserstoff, welcher chemisch mit ihr verbunden ist, enthält.

Es fragt sich aber, ob die Wasserstoffkohle eine feste Verbindung nach einem oder mehreren Verhältnissen ist. *Lavoisier* schätzt nach einem Versuche den Wasserstoff gleich $\frac{1}{8}$ vom Gewicht der Kohle, *Clement* und *Desormes* hingegen ganz unbedeutend wenig, nämlich nur gleich $\frac{1}{1100}$. In der neuern Zeit stellte *Döbereiner* genaue Versuche an, um das Mischungsverhältnifs in der Pflanzenkohle aufzufinden. Er erhitzte völlig wasserfreies Kupferoxyd mit starkgeglühter Fichtenkohle und ein andermal mit ungeglühter Kohle: im ersten Falle erhielt er für die Pflanzenkohle die Zusammensetzung

Wasserstoff	=	1,44	oder 1	Verhältnifstheil
Kohlenstoff	=	98,56	- 12	- -
		100,00		

und im andern Falle

Wasserstoff	=	2,15	oder 1	Verhältnifstheil
Kohlenstoff	=	97,85	- 8	- -
		100,00		

*) ebend. B. II. S. 554.

**) *Scherer's* Journ. B. VII. S. 571. fg.

***) ebend. B. X. S. 575. fg.

†) Mem. de l'Inst. nat. T. IV.

Unbeschadet der Genauigkeit dieses Chemikers müssen doch diese Versuche noch öfters wiederholt werden, um das genaue Mischungsverhältnifs der Pflanzenkohle zu erhalten.

Es scheint übrigens, dafs nicht nur eine neue binäre Verbindung des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, sondern auch eine mit Sauerstoff Statt findet, wie aus *Brugnatelli's* *) und vorzüglich *Proust's* *) Beobachtungen erhellet. Auch hierüber müssen wiederholte genaue Untersuchungen entscheiden.

Wenn nun zu unsern fünf binären Verbindungen noch einige neue hinzukommen, so werden natürlich ganz andere Bedingungsungleichungen Statt finden als die obigen (S. 168.). Es wird sich dann auch *Rothe's* Regel ändern, indem das Problem noch unbestimmter wird; obgleich sie für alle Complexionen, worin diese neuen binären Verbindungen nicht enthalten sind, allgemeine Gültigkeit behält. Nehmen wir an, dafs die Anzahl der binären Verbindungen bis auf 7 steigt, (dafs nämlich die beiden neuen Wasserstoffkohle und Sauerstoffkohle seyen), so vermehrt sich die Anzahl der Complexionen für 3 Verhältnifstheile, nach S. 80 oder 87 bis auf 16,129; für 8 Verhältnifstheile aber nach S. 88 gar bis auf 4,689,409. Kommen nun endlich gar noch die binären Verbindungen des Stickstoffs hinzu, so wächst die Anzahl der Complexionen so ungeheuer, dafs sie, wenn das Maximum der Verhältnifstheile auch nicht sehr hoch ist, die fast zahllose Mannichfaltigkeit in den Mischungsverhältnissen der organischen Körper ohne Zweifel umfassen wird.

Wollten wir die Tafeln bis zu diesem Umfange erweitern, so würde dieses eine, das menschliche Leben bei weitem übersteigende Arbeit seyn, die auch, wenn es möglich wäre sie zu vollenden, auf dem gegenwärtigen Standpuncte der Wissenschaft doch nicht die grofse Mühe lohnen würde. *Rothe's* Regel (S. 122. §. 57.) überhebt uns dieser Mühe, da wir nach

Digitized by Google

ihr für jedes durch die Analyse aufgefundenes Mischungsverhältniſs die entsprechenden Complexionen direkt auffinden können; und es ist nicht zu zweifeln, daſs sich diese Regel, versteht sich unter den nöthigen Modificationen, auch auf die neu hinzu kommenden binären Verbindungen anwenden lassen werde. Ehe dieſs aber geschehen kann, müssen noch viele sorgfältige Untersuchungen vorausgehen.

Ich habe mich nun bisher bloſs auf die Erfahrungen anderer gestützt, und ich glaube nicht, eine einzige wohlbegründete Thatsache übersehen zu haben, die im offenbaren Widerspruche mit irgend einem aufgestellten Satze stände. Da wo mich Thatsachen verlieſsen, muſste ich mich freilich öfters mit bloſsen Vermuthungen begnügen; ich gebe sie aber für nichts anders als für solche. Ich habe in diesem Schreiben mehrere Untersuchungen angedeutet, die theils zur Bestätigung meiner vorgetragenen Ansichten, theils zur weitern Ausführung derselben nothwendig sind. Es wird nun mein angelegentlichstes Bestreben seyn, diese Untersuchungen selbst vorzunehmen, und ich hoffe, daſs mein neuer Beruf, in den ich gegenwärtig trete, mir die nöthige Muse hierzu verstatten werde. Vielleicht sind unsere gemeinschaftlichen Untersuchungen für die Naturforscher nicht ganz ohne Interesse, und vielleicht gefällt es geübteren und erfahrneren Chemikern gleichfalls in einem Felde zu arbeiten, das bisher so wenig kultivirt worden. Durch gemeinschaftliche Thätigkeit werden wir dann hoffentlich einem Ziele entgegen gehen, das für die Wissenschaft nicht unerreichbar ist.

Digitized by Google

Anhang.

Bischof an Rothe.

Die *eine* Gruppe der 7 gleichgeltenden Complexionen 63, 66, 139, 211, 250, 330, 410 in unsern Tafeln, welche der Zusammensetzung der Citronensäure entspricht, gab mir für 8 Verhältnifstheile 54 gleichgeltende Complexionen. Da nur noch *eine* solche Gruppe von 7 gleichgeltenden Complexionen, nämlich 173, 230, 370, 427, 618, 671, 866 in den Tafeln vorkommt: so war es mir interessant zu erfahren, wie viel wohl diese für 8 Verhältnifstheile geben würde. Hierbei machte ich die Bemerkung, dafs die Werthe für s und w in beiden Gruppen sich verwechseln, während k ungeändert bleibt. Für diesen Fall ergiebt sich aber aus Ihren Grundgleichungen (S. 110. §. 1.) dafs die Werthe von β und δ, γ und ε sich ebenfalls verwechseln; es müssen daher auch die Gruppen gleichgeltender Complexionen, die für gedachte Verhältnisse gefunden worden, für *jede* Anzahl von Verhältnifstheilen gleich seyn: für 3 Verhältnifstheile ist diese Anzahl = 7, für 8 Verhältnifstheile = 54.

So wie diese beiden Gruppen auf die angezeigte Art correspondiren, so giebt es mehrere solcher correspondirender Gruppen in unsern Tafeln; es möchte daher nicht unverdienstlich seyn, wenn Sie diese Gruppen zusammenstellen wollten. Ich wünsche aber, dafs Sie die Zusammenstellung dergestalt einrichten möchten, dafs diejenigen Complexionen, in welchen s gröfser als w, auf die linke Seite, diejenigen wo w gröfser als s, auf die rechte, und endlich diejenigen, in welchen s gleich w ist, in die Mitte zu stehen kommen.

Digitized by Google

Rothe an Bischof.

Man nenne zwei solche Complexionen *verwandt*, die dadurch aus einander entstehen, dafs man b und d, desgleichen c und e verwechselt, a aber ungeändert läfst. So sind z. B. die Complexionen $2e + d + 3c + b + 2a$ und $3e + d + 2c + b + 2a$ verwandt.

Es giebt Complexionen, die sich selbst verwandt sind, z. B. $2e + 3d + 2c + 3b + a$. Man kann solche auch *isolirt* nennen.

Bei verwandten Complexionen sind allemal die Werthe von s und w verwechselt, der Werth von k aber bei beiden einerlei. So ist z. B. für die Complexion

$$2e + d + 3c + b + 2a \ldots\ s = 9,\ w = 7,\ k = 7$$
$$3e + d + 2c + b + 2a \ldots\ s = 7,\ w = 9,\ k = 7$$

Ist daher eine Complexion sich selbst verwandt oder isolirt, so ist darinnen $s = w$ und k gerade. So ist z. B. für die Complexion

$$2e + 3d + 2c + 3b + a \ldots\ s = 8,\ w = 8,\ k = 10.$$

Welche von den obigen 961 Complexionen mit einander verwandt sind, zeigt folgende Tafel. Diejenigen, welche sich selbst verwandt oder isolirt sind, habe ich darinnen mit einem dazwischen gesetzten Sternchen bezeichnet. Es giebt solche sich selbst verwandte oder isolirte Complexionen 49. Die Anzahl dieser sich selbst verwandten oder isolirten Complexionen ist allgemein für m Atome $= \varphi m$, wo man aber $n = 3$ setzen mufs.

Digitized by Google

1	* 1	41	779	81	425	121	* 121	161	789	201	493
2	50	42	780	82	484	122	176	162	850	202	550
3	51	43	781	83	485	123	177	163	851	203	551
4	52	44	842	84	486	124	178	164	852	204	552
5	53	45	843	85	487	125	179	165	853	205	553
6	114	46	844	86	542	126	234	166	912	206	610
7	115	47	845	87	543	127	235	167	913	207	611
8	170	48	906	88	544	128	236	168	914	208	612
9	171	49	907	89	545	129	237	169	915	209	613
10	226	50	2	90	604	130	298	170	8	210	670
11	227	51	3	91	605	131	299	171	9	211	671
12	228	52	4	92	606	132	300	172	62	212	672
13	229	53	5	93	607	133	301	173	63	213	673
14	290	54	* 54	94	662	134	362	174	64	214	732
15	291	55	* 55	95	663	135	363	175	65	215	733
16	292	56	* 56	96	664	136	364	176	122	216	790
17	293	57	* 57	97	665	137	365	177	123	217	791
18	354	58	116	98	724	138	426	178	124	218	792
19	355	59	117	99	725	139	427	179	125	219	793
20	356	60	118	100	726	140	428	180	* 180	220	854
21	357	61	119	101	727	141	429	181	* 181	221	855
22	418	62	172	102	782	142	488	182	238	222	856
23	419	63	173	103	783	143	489	183	239	223	857
24	420	64	174	104	784	144	546	184	240	224	916
25	421	65	175	105	785	145	547	185	241	225	917
26	482	66	230	106	846	146	548	186	302	226	10
27	483	67	231	107	847	147	549	187	303	227	11
28	538	68	232	108	848	148	608	188	304	228	12
29	539	69	233	109	849	149	609	189	305	229	13
30	540	70	294	110	908	150	666	190	366	230	66
31	541	71	295	111	909	151	667	191	367	231	67
32	602	72	296	112	910	152	668	192	368	232	68
33	603	73	297	113	911	153	669	193	369	233	69
34	658	74	358	114	6	154	728	194	430	234	126
35	659	75	359	115	7	155	729	195	431	235	127
36	660	76	360	116	58	156	730	196	432	236	128
37	661	77	361	117	59	157	731	197	433	237	129
38	722	78	422	118	60	158	786	198	490	238	182
39	723	79	423	119	61	159	787	199	491	239	183

Google

241		185	281		797	321		441	361		77	401		685	441		321
242	*	242	282		858	322		498	362		134	402		742	442		382
243	*	243	283		859	323		499	363		135	403		743	443		383
244	*	244	284		860	324		500	364		136	404		744	444		384
245	*	245	285		861	325		501	365		137	405		745	445		385
246		306	286		918	326		558	366		190	406		802	446	*	446
247		307	287		919	327		559	367		191	407		803	447	*	447
248		308	288		920	328		560	368		192	408		804	448	*	448
249		309	289		921	329		561	369		193	409		805	449	*	449
250		370	290		14	330		618	370		250	410		866	450		506
251		371	291		15	331		619	371		251	411		867	451		507
252		372	292		16	332		620	372		252	412		868	452		508
253		373	293		17	333		621	373		253	413		869	453		509
254		434	294		70	334		678	374		314	414		926	454		566
255		435	295		71	335		679	375		315	415		927	455		567
256		436	296		72	336		680	376		316	416		928	456		568
257		437	297		73	337		681	377		317	417		929	457		569
258		494	298		130	338		738	378	*	378	418		22	458		626
259		495	299		131	339		739	379	*	379	419		23	459		627
260		496	300		132	340		740	380	*	380	420		24	460		628
261		497	301		133	341		741	381	*	381	421		25	461		629
262		554	302		186	342		798	382		442	422		78	462		686
263		555	303		187	343		799	383		443	423		79	463		687
264		556	304		188	344		800	384		444	424		80	464		688
265		557	305		189	345		801	385		445	425		81	465		689
266		614	306		246	346		862	386		502	426		138	466		746
267		615	307		247	347		863	387		503	427		139	467		747
268		616	308		248	348		864	388		504	428		140	468		748
269		617	309		249	349		865	389		505	429		141	469		749
270		674	310	*	310	350		922	390		562	430		194	470		806
271		675	311	*	311	351		923	391		563	431		195	471		807
272		676	312	*	312	352		924	392		564	432		196	472		808
273		677	313	*	313	353		925	393		565	433		197	473		809
274		734	314		374	354		18	394		622	434		254	474		870
275		735	315		375	355		19	395		623	435		255	475		871
276		736	316		376	356		20	396		624	436		256	476		872
277		737	317		377	357		21	397		625	437		257	477		873
278		794	318		438	358		74	398		682	438		318	478		930
279		795	319		439	359		75	399		683	439		319	479		931
280		796	320		440	360		76	400		684	440		320	480		932

Digitized by Google

481	933	521	693	561	285	601	941	641	701	681	337
482	26	522	750	562	390	602	32	642	758	682	398
483	27	523	751	563	391	603	33	643	759	683	399
484	82	524	752	564	392	604	90	644	760	684	400
485	83	525	753	565	393	605	91	645	761	685	401
486	84	526	810	566	454	606	92	646	818	686	462
487	85	527	811	567	455	607	93	647	819	687	463
488	142	528	812	568	456	608	148	648	820	688	464
489	143	529	813	569	457	609	149	649	821	689	465
490	198	530	874	570	512	610	206	650	882	690	518
491	199	531	875	571	513	611	207	651	883	691	519
492	200	532	876	572	514	612	208	652	884	692	520
493	201	533	877	573	515	613	209	653	885	693	521
494	258	534	934	574	* 574	614	266	654	942	694	582
495	259	535	935	575	* 575	615	267	655	943	695	583
496	260	536	936	576	* 576	616	268	656	944	696	584
497	261	537	937	577	* 577	617	269	657	945	697	585
498	322	538	28	578	632	618	330	658	34	698	638
499	323	539	29	579	633	619	331	659	35	699	639
500	324	540	30	580	634	620	332	660	36	700	640
501	325	541	31	581	635	621	333	661	37	701	641
502	386	542	86	582	694	622	394	662	94	702	* 702
503	387	543	87	583	695	623	395	663	95	703	* 703
504	388	544	88	584	696	624	396	664	96	704	* 704
505	389	545	89	585	697	625	397	665	97	705	* 705
506	450	546	144	586	754	626	458	666	150	706	762
507	451	547	145	587	755	627	459	667	151	707	763
508	452	548	146	588	756	628	460	668	152	708	764
509	453	549	147	589	757	629	461	669	153	709	765
510	* 510	550	202	590	814	630	516	670	210	710	822
511	* 511	551	203	591	815	631	517	671	211	711	823
512	570	552	204	592	816	632	578	672	212	712	824
513	571	553	205	593	817	633	579	673	213	713	825
514	572	554	262	594	878	634	580	674	270	714	886
515	573	555	263	595	879	635	581	675	271	715	887
516	630	556	264	596	880	636	* 636	676	272	716	888
517	631	557	265	597	881	637	* 637	677	273	717	889
518	690	558	282	598	938	638	698	678	334	718	946
519	691	559	283	599	939	639	699	679	335	719	947

Digitized by Google

721	949	761	645	801	345	841	955	881	597	921	289
722	38	762	706	802	406	842	44	882	650	922	350
723	39	763	707	803	407	843	45	883	651	923	351
724	98	764	708	804	408	844	46	884	652	924	352
725	99	765	709	805	409	845	47	885	653	925	353
726	100	766	* 766	806	470	846	106	886	714	926	414
727	101	767	* 767	807	471	847	107	887	715	927	415
728	154	768	826	808	472	848	108	888	716	928	416
729	155	769	827	809	473	849	109	889	717	929	417
730	156	770	828	810	526	850	162	890	772	930	478
731	157	771	829	811	527	851	163	891	773	931	479
732	214	772	890	812	528	852	164	892	774	932	480
733	215	773	891	813	529	853	165	893	775	933	481
734	274	774	892	814	590	854	220	894	834	934	534
735	275	775	893	815	591	855	221	895	835	935	535
736	276	776	950	816	592	856	222	896	836	936	536
737	277	777	951	817	593	857	223	897	837	937	537
738	338	778	40	818	646	858	282	898	* 898	938	598
739	339	779	41	819	647	859	283	899	* 899	939	599
740	340	780	42	820	648	860	284	900	* 900	940	600
741	341	781	43	821	649	861	285	901	* 901	941	601
742	402	782	102	822	710	862	346	902	956	942	654
743	403	783	103	823	711	863	347	903	957	943	655
744	404	784	104	824	712	864	348	904	958	944	656
745	405	785	105	825	713	865	349	905	959	945	657
746	466	786	158	826	768	866	410	906	48	946	718
747	467	787	159	827	769	867	411	907	49	947	719
748	468	788	160	828	770	868	412	908	110	948	720
749	469	789	161	829	771	869	413	909	111	949	721
750	522	790	216	830	* 830	870	474	910	112	950	776
751	523	791	217	831	* 831	871	475	911	113	951	777
752	524	792	218	832	* 832	872	476	912	166	952	838
753	525	793	219	833	* 833	873	477	913	167	953	839
754	586	794	278	834	894	874	530	914	168	954	840
755	587	795	279	835	895	875	531	915	169	955	841
756	588	796	280	836	896	876	532	916	224	956	902
757	589	797	281	837	897	877	533	917	225	957	903
758	642	798	342	838	952	878	594	918	286	958	904
759	643	799	343	839	953	879	595	919	287	959	905
760	644	800	344	840	954	880	596	920	288	960	* 960
										961	* 961

Setzt man in einer Gruppe gleichgeltender Complexionen, statt jeder Complexion die ihr verwandte, so bekommt man wieder eine solche Gruppe, und in einem ähnlichen Sinne kann man zwei Gruppen aus gleichviel gleichgeltenden Complexionen, deren jede aus der andern auf die angezeigte Art entsteht, *verwandt* nennen. So sind z. B. wie Sie bemerken, die beiden Gruppen von sieben gleichgeltenden Complexionen, die in den Tafeln vorkommen, verwandt.

Es giebt Gruppen, die sich selbst verwandt sind. So ist z. B. die *eine* Gruppe von 21 gleichgeltenden Complexionen, die in den Tafeln vorkommt, sich selbst verwandt. Solche Gruppen kann man auch *isolirt* nennen.

Kommt in einer Gruppe eine isolirte Complexion vor, so ist die ganze Gruppe isolirt.

So wie bei allen Complexionen, die zu *einer* Gruppe gehören, das Verhältnifs s : w : k dasselbe ist, eben so ist bei verwandten Gruppen das Verhältnifs von s : k in der einen gleich dem Verhältnifs von w : k in der andern, mithin ist das Verhältniss von s : w in beiden umgekehrt.

Ist daher eine Gruppe sich selbst verwandt oder isolirt: so muss darinnen s : w = 1 : 1 sich verhalten.

Umgekehrt sind zwei Gruppen so beschaffen, dafs das Verhältnifs von s : k in der einen gleich ist dem Verhältnisse von w : k in der andern, so sind sie verwandt, und haben folglich gleichviel Complexionen.

Verhält sich in einer Gruppe s : w = 1 : 1, so ist selbige sich selbst verwandt oder isolirt.

Es folgt nun die von Ihnen verlangte Darstellung. Dem am Schluss Ihres Schreibens geäusserten Wunsch habe ich beim Entwurfe derselben auch genügt so *weit es möglich war.* Bei isolirten Gruppen nämlich, die sich in erwähnter Darstellung sehr deutlich dadurch vor den andern herausheben, dafs sie entweder Complexionen in der mittlern Reihe, oder, wo diefs nicht der Fall ist, nur halb so viel Horizontalreihen enthalten als die andern, ist das Verhältnifs von s : w, wie ich vorhin bemerkte, immer gleich 1 : 1. Im Falle nun eine solche isolirte Gruppe nicht lauter isolirte Complexionen enthält, mithin darinnen verschiedene verwandte vorkommen, so mufste von

Digitized by Google

1 Gruppe von 21 gleichgelt. Complexionen.

55
127 235
188 304
242
311
380
387 503
449
456 568
575
643 759
705
712 824
831
900

2 Grup. von 7 gleichgelt Complexionen.

63 173
66 230
139 427
211 671
250 370
330 618
410 866

7 Grup. von 6 gleichgelt. Complexionen.

59 117
203 551
246 306
319 439
402 742

131 299
239 183
322 498
471 807
583 695
772 890

132 300
240 184
323 499
473 809
585 697
774 892

187 303
386 502
703
898

14 Grup. von 5 gleichgelt. Complexionen.

3 51
84 486
89 545
276 736
281 797

6 114
87 543
96 664
274 734
283 859

60 118
205 553
247 307
321 441

64 174
142 488
213 673
251 371
412 868

65 175
67 231
252 372
333 621
528 812

124 178
199 491
315 375
512 570
839 953

125 179
200 492
316 376
513 571
841 955

27 Grup. von 4 gleichgelt. Complexionen.

8 170
82 484
95 663
282 858

9 171
83 485
97 665

121
312
510
833

126 234
180
378

128 236
577
767

136 364
327 559
481 933
522 750

140 428
214 732
331 619
526 810

141 429
215 733
332 620
527 811

181
379
574
960

189 305
388 504

192 368
391 563
507 451

193 369
392 564
508 452
587 755

204 552
320 440
403 743
516 630

384 444
467 747
579 633
768 826

385 445
468 748
580 634
769 827

455 567
642 758

457 569
644 760

66 Grup. von 3 gleichgelt. Complexionen.

56
243
313

71 295
258 494

72 296
259 495
345 801

75 359
262 554
351 923

76 360
263 555
353 927

79 423
154 728
266 614

80 424
155 729
267 615

81 425
156 730
268 616

120
310
447

123 177
198 499
314 374

133 301
241 185
324 500

135 363
326 558

Digitized by Google

137	365
328	560
523	751
145	547
255	435
338	738
146	548
256	436
339	739
147	549
257	437
340	740
191	367
390	562
506	450
196	432
395	623
590	814
197	433
396	624
591	815
201	493
317	377
514	572
207	611
406	802
518	690
208	612
407	803

209	613
408	804
520	692
217	791
335	679
530	874
218	792
336	680
531	875
219	793
337	681
532	876
381	
576	
766	
383	443
466	746
578	632
393	565
509	453
588	756
448	
636	
830	
459	627
646	818
762	706
460	628
647	819

461	629
648	820
764	708
469	749
581	635
770	828
472	808
584	696
773	891
105 Grup. von 2 gleichgelt. Complexionen.	
28	419
98	724
24	420
99	725
25	421
100	726
57	
244	
61	119
248	308
73	297
260	496
77	36
264	556
88	544

91	605
278	794
92	606
279	795
93	607
280	796
129	237
130	298
238	182
143	489
253	373
144	546
254	434
148	608
342	798
149	609
344	800
151	667
346	862
152	668
347	863
153	669
348	864
157	731
269	617
158	786

159	787
271	675
160	788
272	676
161	789
273	677
186	302
195	431
394	622
202	550
318	438
212	672
411	867
216	790
334	678
221	855
534	934
222	856
535	935
223	857
536	936
329	561
524	752
389	505
397	625

399	683
594	878
400	684
595	879
401	685
596	880
405	745
517	631
409	805
521	693
454	566
463	687
650	882
464	688
651	883
465	689
652	884
470	806
582	694
476	872
776	950
477	873
777	951
637	
832	
639	699

Digitized by Google

640 700
835 895

---

641 701
836 896

---

645 761

---

649 821
765 709

704
899

---

710 822

---

711 823

---

713 825

Die 298 nur einmal vorkommenden Complexionen nach ihrer Verwandtschaft zusammengestellt.

I

2 50
4 52

5	53	41	779	110	908	287	919	598	938
7	115	42	780	111	909	288	920	599	939
10	226	43	781	112	910	289	921	600	940
11	227	44	842	113	911	325	501	601	941
12	228	45	843	122	176	341	741	638	698
13	229	46	844	134	362	349	865	653	885
14	290	47	845	138	426	350	922	654	942
15	291	48	906	150	666	352	924	655	943
16	292	49	907	162	850	382	442	656	944
17	293	54		163	851	398	682	657	945
18	354	58	116	164	852	413	869	702	
19	355	62	172	165	853	414	926	714	886
20	356	68	232	166	912	415	927	715	887
21	357	69	233	167	913	416	928	716	888
22	418	70	294	168	914	417	929	717	889
26	482	74	358	169	915	446		718	946
27	483	78	422	190	366	458	626	719	947
28	538	85	487	194	430	462	686	720	948
29	539	86	542	206	610	474	870	721	949
30	540	90	604	210	670	478	930	771	829
31	541	94	662	220	854	480	932	775	893
32	602	101	727	224	916	511		837	897
33	603	102	782	225	917	515	573	838	952
34	658	103	783	245		525	753	840	954
35	659	104	784	249	309	529	813	901	
36	660	105	785	261	497	533	877	902	956
37	661	106	846	265	557	537	937	903	957
38	722	107	847	277	737	589	757	904	958
39	723	108	848	285	861	593	817	905	959
40	778	109	849	286	918	597	881	961	

Diese letzteren Untersuchungen sind es, die sich zunächst an die Ihrigen anschliefsen und, wie mir scheint, als vermittelndes Glied zwischen unsere aus verschiedenem Standpuncte gewonnene Ansicht über Entwicklung der Pflanzensubstanz treten.

Verwandte Complexionen, wie sie *Rothe* nennt, sind bedingt durch den Gegensatz zwischen Sauerstoff und Wasserstoff; denn sie entstehen gegenseitig aus einander, wenn man s und w (die Verhältnifstheile des Sauerstoffs und Wasserstoffs) verwechselt, k (die Verhältnifstheile des Kohlenstoffs) aber ungeändert läfst. Dieser Gegensatz spricht sich ferner aus in den binären Verbindungen des Sauerstoffs mit Kohlenstoff und des Wasserstoffs mit Kohlenstoff; denn setzt man ölerzeugendes Gas statt Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas statt Kohlensäure, und umgekehrt, läfst aber die binäre Verbindung des Sauerstoffs mit Wasserstoff ungeändert, so erhält man *verwandte* Complexionen. Es ist ganz klar, dafs sich das Wasser, da es die einzige binäre Verbindung des Sauerstoffs und Wasserstoffs und zwar nach gleichen Verhältnifstheilen ist, mit keiner andern binären Verbindung verwechseln lassen könne. Es ist ferner leicht einzusehen, dafs auch dann noch solche verwandte Complexionen Statt finden werden, wenn auch die neuen binären Verbindungen des Sauerstoffs mit Kohlenstoff und des Wasserstoffs mit Kohlenstoff, wovon wir oben (S. 218) sprachen, hinzukommen, so fern nur in denselben die Verhältnifstheile des Kohlenstoffs zum Sauerstoff sich verhalten wie die des Kohlenstoffs zum Wasserstoff, wie diefs bei dem Kohlenoxydgas und ölerzeugenden Gas, der Kohlensäure und dem Kohlenwasserstoffgas der Fall ist (vergl. oben S. 64).

Da alle Complexionen für jede Anzahl von Verhältnifstheilen entweder verwandte oder isolirte sind, so zerfallen dieselben überhaupt in zwei Classen, und die verwandten lassen sich wiederum darnach ordnen, dafs man alle diejenigen, in denen s gröfser als w, in *eine* Reihe, und diejenigen, in denen w gröfser als s, gleichfalls in *eine* Reihe stellt. Ich will jene die *Sauerstoff*-Reihe, diese die *Wasserstoff*-Reihe nennen:

Google

der 961 Complexionen in unsern Tafeln, (S. 227. fg.) die linke Reihe der Sauerstoff-Reihe und die rechte der Wasserstoff-Reihe, und die mittlere enthält die isolirten Complexionen *).

Sonach kämen wir denn auf die Classification der Pflanzensubstanzen, wie sie *Thenard* und *Gay-Lussac* (S. 33.) angeordnet, wieder zurück: diejenigen Substanzen nämlich, in welchen s = w, enthalten den Sauerstoff und Wasserstoff genau in eben dem Verhältnisse, worin sie im Wasser vorhanden sind; und diejenigen, in welchen $s > w$, enthalten des Sauerstoffs im Verhältnisse zum Wasserstoff mehr als im Wasser vorhanden ist; und endlich diejenigen, in welchen $w > s$, enthalten des Sauerstoffs im Verhältnisse zum Wasserstoff weniger als im Wasser vorhanden ist. Ich beziehe mich übrigens, wie sich ohnehin versteht, nicht auf den von *Gay-Lussac* und *Thenard* vorausgesetzten Zusammenhang der chemischen Natur der Pflanzensubstanzen mit dem Verhältnisse des Sauerstoffs zum Wasserstoff; denn daſs die hierauf beruhende Classification keine ganz allgemeine Gültigkeit habe, haben wir oben (S. 34.) gesehen; es könnte indeſs doch seyn, daſs diese Classification mit einigen Modificationen, die sich unter Berücksichtigung des Vegetationsprocesses ergeben werden, Plaz greifen, und vielleicht einen Zusammenhang zwischen unsern drei Reihen und Ihren Evolutionsbasen wenigstens andeuten möchte; ich wage es aber nicht hierüber, aus Mangel an genügenden Erfahrungen, etwas zu äussern.

Sollte es uns in der Folge gelingen, die den verwandten Complexionen entsprechenden Pflanzensubstanzen aufzufinden, und dadurch ein Verwandtschaftsverhältniſs zwischen letzteren, in obigen Sinn genommen, zu begründen, so würden wir einen nicht unbedeutenden Vorsprung gewinnen. Unbeachtet darf es übrigens schon jetzt nicht bleiben, daſs gerade diejenigen Pflanzensubstanzen, mit denen der ganze Vegetationsproceſs beginnt, und die im Acte der Vegetation die wichtigste Rolle zu spielen scheinen, den isolirten Complexionen entsprechen. Mit Beziehung auf das gegenseitige Neutralitätsverhältniſs des Sauerstoffs und Wasserstoffs könnte man daher sagen, daſs der Vegetationsproceſs mit der

Digitized by Google

Indifferenz der beiden Polarstoffe beginnt, und seine ersten Producte als sich selbst verwandt in sich selbst zurücklaufen. Mit dem Hervortreten eines der beiden Polarstoffe entfalten sich aber die Verwandtschaften, und es bilden sich zwei Reihen, in denen die Pflanzensubstanzen polar einander entgegen stehen.

Schlüſslich habe ich nur noch zu bemerken, daſs unter den in meinem vorigen Schreiben angeführten, bis jetzt nur allein analysirten nähern Pflanzenbestandtheilen, die Citronensäure, Schleimsäure, Weinsteinsäure, Sauerkleesäure, Bernsteinsäure und der Gerbestoff zur Sauerstoffreihe; die verschiedenen Zuckerarten, das arabische Gummi, die Holzfaser vom Eichen - und Buchenholz, die Essigsäure und Gallussäure zur Reihe der isolirten Complexionen; und das Stärkmehl, Terpenthinharz, der Kopal, das Wachs, Baumöl, Fischöl, Spermaceti, die Cholesterine, das Fett, die Butter, der Hammeltalg zur Wasserstoffreihe gehören. Unter allen denen zur Sauerstoffreihe gehörigen Substanzen ist aber keine einzige, deren entsprechende Complexionen mit denen, welche den Substanzen der Wasserstoffreihe zugehören, verwandt wäre; ehe daher eine gröſsere Anzahl näherer Pflanzenbestandtheile der Analyse unterworfen worden, läſst sich über die Verwandtschaften zwischen den Pflanzenkörpern durchaus nichts bestimmtes sagen.

Erlangen,
gedruckt mit Junge'schen Schriften.

Digitized by Google

Digitized by Google

image
not
available